

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV METROLOGIE A ZKUŠEBNICTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF METROLOGY AND QUALITY ASSURANCE
TESTING

NULOVÉ OPRAVY VE VÝROBNÍM PROCESU

ZERO REWORK IN PRODUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MAREK DĚCKÝ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR KOŠKA, Ph.D.

BRNO 2008

ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá problematikou snižování nákladů spojených s výrobou zmetků na projektu Opel Delta, kde je zaveden proces nulových oprav. Práce obsahuje analýzy, rozborů šrotací za jednotlivá období a zavedená opatření vedoucí k eliminaci vzniku šrotů.

ANNOTATION

This diploma thesis handles with problems of reducing the production costs. The costs are connected with produce of scraps on Opel Delta project, where is the zero rework process booted. This work contains analysis of scraps for several periods and established actions to decrease inception of scraps.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

DĚCKÝ, M. *Nulové opravy ve výrobním procesu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 53 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Koška, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI

Místopřísežně prohlašuji, že jsem byl seznámen s předpisy pro vypracování diplomové práce a že jsem celou diplomovou práci vypracoval samostatně.

V Brně dne 15.5.2008

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Za podporu a pomoc, cenné připomínky a rady při zpracování diplomové práce tímto děkuji vedoucímu diplomové práce panu Ing. Petrovi Koškovi, Ph.D. Dále bych rád poděkoval Ing. Zbyňkovi Malíkovi za podporu a vedení při řešení problémů v podniku.

OBSAH

1. ÚVOD	10
2. PROFIL FIRMY	11
2.1 SIEMENS	11
2.2 SIEMENS VDO AUTOMOTIVE	12
2.2.1 SIEMENS Automobilové systémy, s.r.o. Frenštát pod Radhoštěm	13
2.2.1.1 Rozdělení výroby v podniku na focus factory	14
3. MODEL DMAIC	15
4. NÁSTROJE PRO ŘÍZENÍ PROCESU	16
4.1 Sedm základních nástrojů řízení jakosti	16
4.1.1 Kontrolní záznamy	16
4.1.2 Vývojové diagramy	18
4.1.3 Histogramy	19
4.1.4 Ishikawův diagram – diagram příčin a následků	20
4.1.5 Paretův diagram	21
4.1.6 Regulační diagramy	22
4.1.7 Bodový diagram	26
5. Projekt Opel DELTA	27
5.1 Zero rework (nulové opravy)	28
5.2 Průběh výroby Opel Delta:	30
5.2.1 Výrobní střediska	31
5.2.1.1 Průběh výroby na středisku 602	31
5.2.1.2 Průběh výroby na středisku 604	33
5.3 EGB prostředí:	35
5.4 Čistá výroba:	35
5.5 Databáze šrotovaného materiálu	36
5.6 Šrotační schůzky	36
5.6.1 Šrotační protokol	36
5.7 Důležité parametry procesu	37
6. VÝVOJ ŠROTACE	38
7. TYPY VAD	41
7.1 Přehled nejčastějších vad:	41
8. ŘEŠENÉ VÝROBNÍ PROBLÉMY	43
8.1 Preventivní výměna pipet na SMT stanicích	43
8.2 Prohnuté nutzeny DPS	43
8.3 Poškrábané DPS	45
8.4 Špatné tuby konektorů	46
8.5 Eliminace zlámaných rožků v ICT adaptérech:	47
8.6 Výskyt škrábanců na karbonových ploškách	47
8.7 Zlámané rohy DPS	48
8.8 Vyhlé piny mikroprocesoru IC100	48
9. ZÁVĚR	49
9.1 Finanční analýza	49
9.2 Vyhodnocení projektu	50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
SEZNAM ZKRATEK	52
SEZNAM PŘÍLOH	53

1. ÚVOD

Diplomová práce na téma nulové opravy ve výrobním procesu byla tvořena jako součást projektu na snížení ztrát vzniklých při výrobě šrotů ve výrobním podniku Siemens VDO Frenštát pod Radhoštěm.

Pozn.: Jelikož se jedná o výrobu produktu, kde míra není hlavní funkční veličinou, neoznačujeme špatně vyrobený kus pojmem „neshodný kus“. Firemní označení při výrobě zmetkovitého kusu je „šrot“.

Projekt byl zahájen v lednu roku 2007. Prvotním krokem bylo seznámení se s výrobním prostředím firmy a s uživatelskými programy na PC (např. program SAP). Poté následovala analýza šrotovaného množství materiálu, která je průběžně aktualizována z důvodů zavedení nápravných opatření a docílení snížení ztrát.

Vyhodnocení analýzy probíhá vždy zpětně k danému měsíci, kde nás zajímá hlavně procentuální podíl hodnoty výroby zmetků ku hodnotě hotového kusu. Tento poměr značíme ISE (internal scrap of expedition).

$$ISE = \frac{A}{B} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

A.....hodnota vyšrotovaného materiálu

B.....hodnota vyexpedovaného zboží

K analýze můžeme i využít model ISE, který se skládá z poměru vyšrotovaného množství materiálu *A* k odvedeného materiálu ze skladu *B* za dané období.

S každou vykonanou operací na výrobku se zároveň zvyšuje i její cena. Proto při výrobě zmetků na dvou různých místech při stejné opracovatelnosti vznikají odlišné náklady na hodnotu šrotu. Z tohoto hlediska je lepší použít pro analýzu vzorec počítající s finančními hodnotami.

2. PROFIL FIRMY

2.1 SIEMENS

Firma Siemens byla založena již v roce 1847. Založil ji Werner von Siemens a Johan Georg Halske. V začátcích své existence se společnost zabývala vývojem a výrobou komunikačních technologií, konkrétně telegrafu.

Siemens je nyní celosvětová firma zabývající se obory v různých odvětvích techniky, elektrotechniky, dopravy, zdravotnictví, energetiky, osvětlení, informatiky, logistiky, komunikačních technologií apod..

V České republice působí firma v těchto oblastech:

- informace a komunikace

- automatizace a řízení

Spínací a instalační technika, pohony, automatizace výroby, procesní **automatizace**

- doprava

Kolejová vozidla, zařízení pro dopravní infrastrukturu a servisní služby

- VDO automobilová technika

Elektrické, elektromechanické a elektronické systémy, moduly a komponenty pro automobilový průmysl

- zdravotnictví

Počítačová tomografie, magnetická rezonance, nukleární medicína, radioterapie, rentgenová technologie, nemocniční informační systémy, ultrazvuková diagnostika, fyziografické přístroje

- energetika

Vývoj zařízení pro výrobu elektrické energie, přenos elektrické energie

- osvětlení

Vývoj a výroba světelných zdrojů, příslušná elektronika

2.2 SIEMENS VDO AUTOMOTIVE

Siemens VDO je světovým dodavatel elektronických, elektromechanických a mechanických součástí pro automobilový průmysl. Jedná se zejména o řídicí jednotky motorů, systémy vstřikování paliva, řídicí jednotky a ovládací prvky interiérových částí vozu, senzory, ventily, části pro pasivní bezpečnost, informační systémy apod.. Společnost tyto součásti vyvíjí, montuje, zajišťuje kvalitu, testuje, balí a distribuuje.



Obr.1. Logo firmy

Firma Siemens VDO byla založena v roce 1989 pod názvem Siemens AT a vznikla zakoupením firmy VDO společností Siemens. Zaměstnává 55 600 lidí a má 130 poboček rozmístěných ve 26 zemích po celém světě. V České republice má společnost 4 výrobní závody – Adršpach, Brandýs nad Labem, Frenštát pod Radhoštěm, Trutnov.

25. července 2007 odkoupila firma Continental AG akcie Siemensu VDO Automotive AG po jeho vstupu na burzu. Portfolio výrobků obou firem se navzájem doplňuje a podporuje konkurenceschopnost ve světovém měřítku. Po prověření antimonopolním úřadem proběhlo ukončení celé transakce „Closing day“ mezi Siemens VDO a Continental. „Day one“ se uskutečnil dne 5. prosince 2007. V souvislosti s touto transakcí nastanou interní a organizační změny v jednotlivých lokacích včetně názvu firmy.

2.2.1 SIEMENS Automobilové systémy, s.r.o. Frenštát pod Radhoštěm



Obr.2. Výrobní podnik Frenštát pod Radhoštěm

O výstavbě výrobního závodu ve Frenštátě pod Radhoštěm vedení Siemensu rozhodlo v lednu 1995. V květnu 1995 byli přijati první zaměstnanci a výroba se rozjížděla v pronajatých prostorách. V Květnu 1996 se výroba rozjela v nově postavených budovách.

Následně začaly probíhat certifikace firmy. Firma obdržela tyto certifikáty:

1997	ISO 9001
1998	QS 9000
2004	TS 16949:2002

Společnost Siemens Automobilové systémy s.r.o. se sídlem ve Frenštátě pod Radhoštěm je od 1. dubna 2007 samostatný právní subjekt se stoprocentní majetkovou účastí společnosti Siemens AG Mnichov, který je organizačně řízený a odpovědný Siemens VDO Automotive AG se sídlem v Regensburgu. V minulosti se v podniku vyrábělo kromě komponent pro automobilový průmysl i tzv. „bílé zboží“. V roce 2002 byla výroba bílého zboží přenesena do Vídně, což znamenalo pokles produkce firmy o 30%. Siemens získal nové projekty v oblasti automobilového průmyslu, v roce 2002 zahájil vývoj a výrobu senzorů. V současnosti se výroba týká pouze automobilového průmyslu.

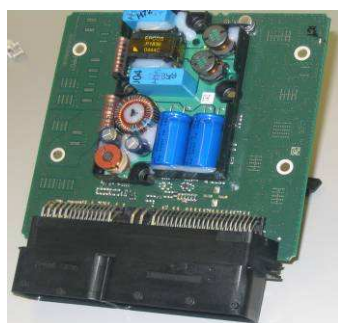
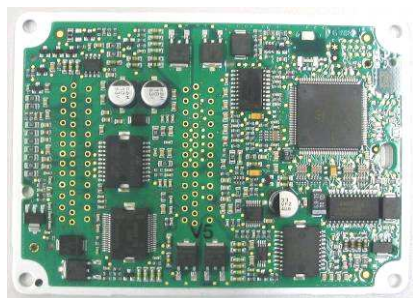
2.2.1.1 Rozdělení výroby v podniku na focus factory

FF IC (interior controls) – karosériová elektronika

FF ED (electronics & drivetrains) – elektronické řídicí systémy motorů

FF IP (information systems passenger cars) – elektronické systémy pro přístrojové desky

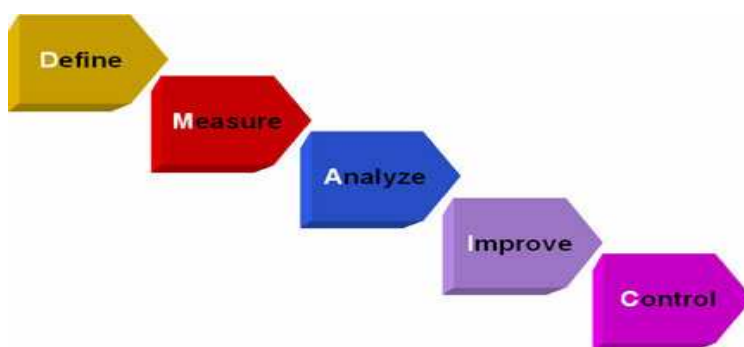
FF SN (sensors) – senzory



Obr. 3. Ukázka výrobního profilu závodu ve Frenštátě pod Radhoštěm

3. MODEL DMAIC

Procesy se skládají z fází navazujících na sebe, přičemž každá fáze je specifická. Proto je třeba věnovat pozornost všem. Při řízení jakosti se doporučuje postupovat dle modelu DMAIC. Tento model se často používá v metodě 6σ .



Obr. 4. Schéma postupu modelu DMAIC

Zkratka je složena z počátečních písmen anglických výrazů pro jednotlivé fáze:

- **D**efinition – definice
- **M**easure – měření
- **A**nalysis – analýza
- **I**mprovement – zlepšování
- **C**ontrol - řízení

Při fázi definování je nutno promyslet celý projekt, stanovit si cíle, očekávaný přínos, definovat zdroje (finanční, lidské), nástroje (statistické), zařízení a vybavení pro řešení definovaného problému. Při měření se celý proces zmapuje a nashromáždí se potřebná data k následné analýze, kde se rozebírají naměřené hodnoty, získají se potřebná data o procesu. U následné fáze zlepšování se navrhuje preventivní a nápravná opatření tak, aby se proces více stabilizoval. Tato fáze je nejobtížnější částí celého modelu DMAIC. Řízení je poslední fází projektu, navrhuje se zde vhodné nástroje pro neustálé řízení procesu.

4. NÁSTROJE PRO ŘÍZENÍ PROCESU

4.1 Sedm základních nástrojů řízení jakosti

Skupinu sedmi základních nástrojů řízení jakosti tvoří jednoduché statistické metody, ale jejich účinnost je velmi vysoká a lze pomocí nich odhalovat a analyzovat podstatnou část problémů s jakostí.

Skupinu sedmi základních nástrojů jakosti tvoří:

- kontrolní záznamy
- vývojové diagramy
- histogramy
- analýzy příčin a následků
- paretův diagram
- regulační diagramy
- bodový diagram

4.1.1 Kontrolní záznamy

Výsledky z provedených pozorování je třeba vhodnými způsoby zaznamenat k pozdějšímu statistickému zpracování dat. Uspořádaný způsob záznamu dat umožňuje zjednodušení a standardizaci záznamu dat a jejich vizuální interpretaci. To přináší minimum chyb vzniklých při sběru dat, přepisech, interpretaci a ukládání dat.

Typy kontrolních záznamů:

- tabulky
- grafy
- mapy vad

- Tabulky

Tabulky slouží ke spolehlivému sběru dat organizovaným, nejčastěji ručním způsobem. Tento typ záznamu je vhodný k uchování informací z jednotlivých měření. Předností tabulek je přesnost zaznamenaných dat.

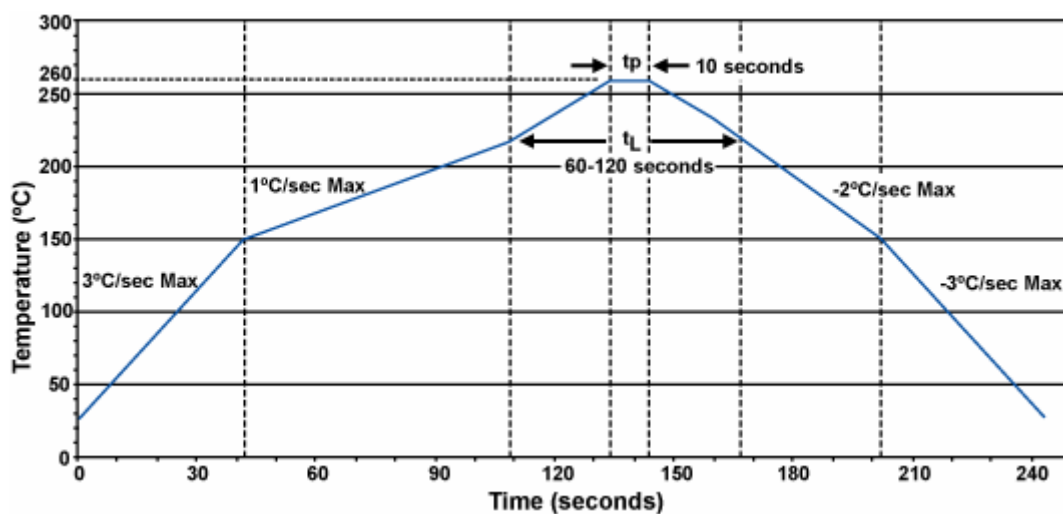
Rozlišují se hlavní tři oblasti aplikace tabulek jako nástroje pro:

- záznamy výsledků jednoduchých čítání jednotlivých položek
- zobrazení rozdělení souboru měření
- zobrazení místa výskytu určitých jevů, např. vad

Tabulka může být výchozím podkladem ke zpracování např. Paretovy analýzy. Příkladem může být kontrolní tabulka výskytu vad podle jejich druhu. Tabulky také mohou sloužit jako podklad pro sestavení histogramu. Podávají informace o výskytu četností různých druhů vad. Při odhalení místa výskytu vad se urychlí odhalení příčiny vzniku a rychlost jejich odstranění.

- Grafy

Grafy jsou grafickým znázorněním statistického pozorování nebo rozboru dat. Oproti tabulkám mají velkou vybavovací schopnost informací. Grafy znázorňují závislosti jednotlivých parametrů, u kterých v případě změn lze zareagovat s velkou rychlostí.



Obr. 5. Ukázka teplotního profilu pájecí pece

- Mapy vad

Mapy vad ukazují místa výskytu vad a jejich četnosti v daných místech. Znázorňují se například fixem na fólii s podkladem polotovaru či hotové součásti při kontrole přímo ve výrobních prostorách nebo po zpracování v daných programech. Tento nástroj ulehčuje odhalení možných příčin vad.

4.1.2 Vývojové diagramy





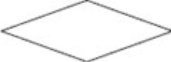

Vývojové diagramy patří mezi základní nástroj ke zdokonalování procesu. Pomáhají odhalit sled jednotlivých činností a funkci celého procesu. Vývojový diagram je univerzální nástroj k popisu jakéhokoli procesu. Proces je sled dílčích činností, které vedou k přeměně vstupních hodnot na výstupní hodnoty (produkty, služby apod.).

Vývojový diagram lze použít při:

- srovnání skutečného a ideálního běhu procesu
- při tvorbě nového procesu
- odhalení nedostatků v procesu
- zaučování nových pracovníků v procesu
- vysvětlení procesu zákazníkům

V podstatě je vývojový diagram graf s počátkem a koncem. Při sestavování vývojového diagramu se pracuje v týmu, kdy je třeba udržet popis procesu jednoduchý a přehledný, správně vložit rozhodovací členy a snažit se udělat vývojový diagram co možná nejprehlednějším. Vývojový diagram se skládá z normovaných značek propojených mezi sebou spojnicemi. Značky jsou normované celosvětově. Případný proces tak pochopí i zákazník ze vzdálené země.

Tabulka 1. Přehled vybraných znaků užívaných při tvorbě vývojového diagramu

znak	význam
	znak začátku a konce diagramu
	výkon, operace, činnost
	vstup nebo výstup
	činnost nebo skupina činností definované jinde
	rozhodnutí, podmínka
	spojka používaná při přechodu na jinou část, používá se ve spojení s určitý znakem zapsaným uvnitř

4.1.3 Histogramy

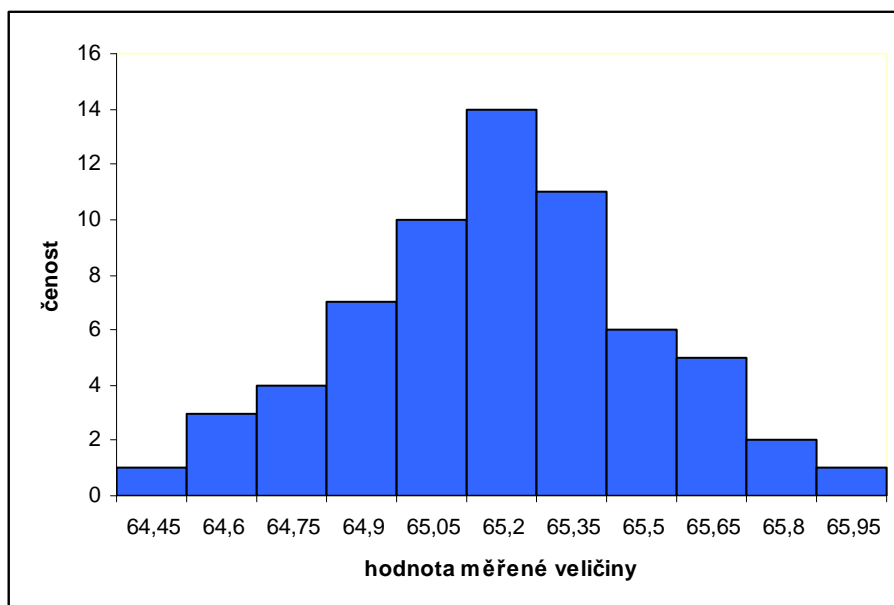
Histogram představuje grafické znázornění intervalového rozdělení četností. Jedná se o sloupcový graf, kde šířka jednotlivých sloupců odpovídá šířce intervalu a výška sloupců vyjadřuje četnost hodnot sledované veličiny v příslušném intervalu. Histogramy patří v praxi k nejčastěji používaným statistickým nástrojům.

Z histogramu lze odvodit následující informace:

- prvotní informace o způsobilosti procesu
- identifikace změn procesu porovnáním dvou histogramů
- odhad polohy a rozptýlenosti hodnot sledovaného znaku

V případě normálního rozdělení parametru procesu bude mít histogram zvoncovitý tvar. Ten signalizuje, že je proces ve statisticky zvládnutém stavu. Odchylka od tohoto tvaru značí

působení vymežitelných vlivů. V případě zakreslených tolerančních mezí v histogramu lze provést odhad způsobilosti procesu.

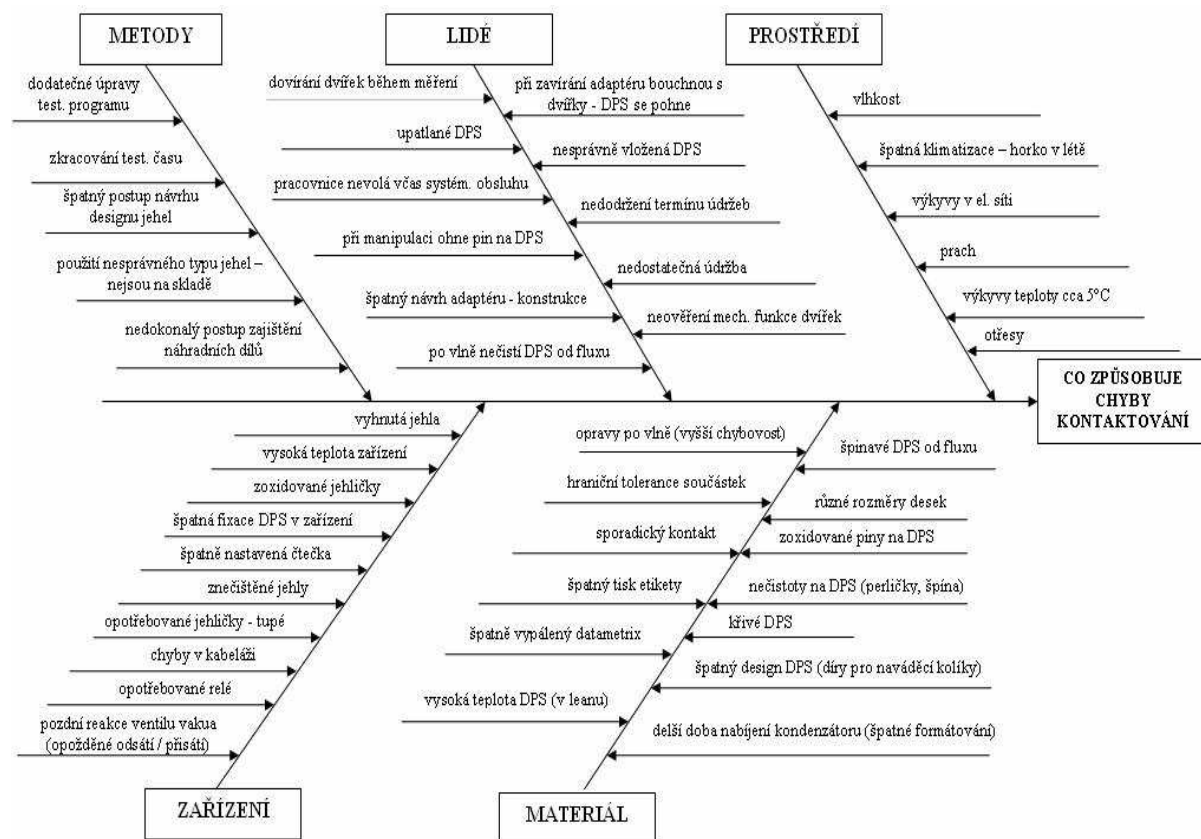


Obr. 6. Histogram

4.1.4 Ishikawův diagram – diagram příčin a následků

Tento diagram je jednoduchým nástrojem shromažďování informací o procesech za účelem zlepšení. Ishikawův diagram je určen pro týmovou práci, lze jej aplikovat při řešení všech problémů. Pomocí tohoto diagramu lze odhalit vztah mezi příčinami a následky, kdy následek je znám a je třeba odhalit příčinu. Diagram se skládá z jednotlivých větví. Větve jsou jednotlivé faktory větším či menším způsobem ovlivňující samotný proces. Mezi tyto faktory patří lidé, zařízení, prostředí, materiál a metody. Pro důkladnější analýzu lze pomocí Paretovy analýzy jednotlivé příčiny bodově ohodnotit a pak se na ně v další analýze zaměřit.

Použití Ishikawova diagramu nemusí být pouze jednorázové, ale při objasnění největší příčiny se může celý postup sestavení diagramu opakovat. Původní příčina převezme místo následku. Tímto postupem se dají odhalit i elementární příčiny, které lze snadno odstranit.



Obr. 7. Ishikawův diagram – chyba kontaktování na ICT

4.1.5 Paretův diagram

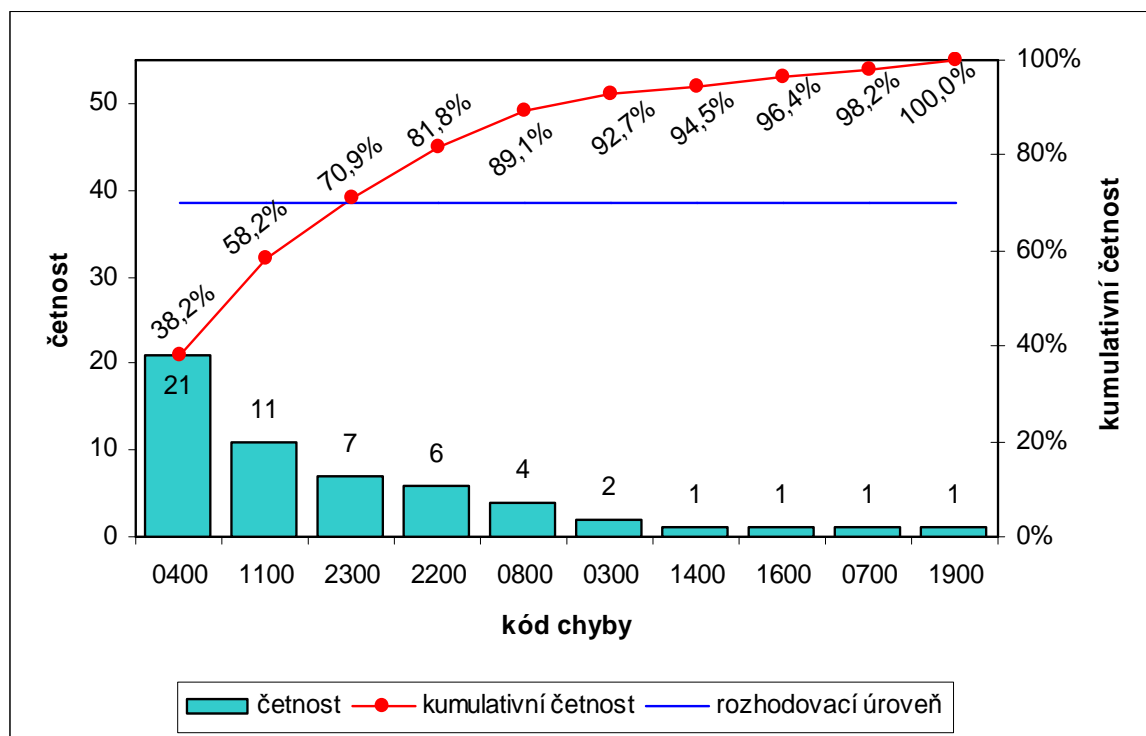
Paretův diagram je jeden z nejefektivnějších běžně dostupných a snadno aplikovatelných nástrojů. Pomocí tohoto typu diagramu můžeme odhalit příčiny spojené s největšími výpadky, ztrátami. Oddělení životně důležitých příčin od příčin nevýznamných je základ úspěchu řešení problému.

Juranův (Paretův) princip říká, že při odhalení 20% důležitých příčin vyřešíme 80% ztrát.

Paretova analýza má široké využití. Lze ji použít například k analýze neshodných výrobků, analýzu časových a finančních ztrát, analýzu reklamací apod.. Diagram lze také využít k vyhodnocení účinnosti přijatých opatření, kdy porovnáme Paretovy diagramy z dat získaných před nápravným opatřením a z dat po zavedení nápravných opatření.

Při vytváření Paretovy analýzy je potřeba rozdělit příčiny podle jejich typu. Data se seřadí podle četnosti jednotlivých druhů vad, nejlépe do tabulky četností. Následuje výpočet

kumulativních součtů a tyto součty vyjádříme v procentech. Kumulativní součty jsou určeny ke konstrukci Lorenzovy křivky. Po sestrojení Paretova diagramu je třeba stanovit rozhodovací kritérium (obvykle 50 – 80 %), pomocí kterého se rozdělí životně důležité příčiny od příčin nevýznamných. Životně důležité příčiny se řeší jednotlivě, ostatní se řeší jako celek.



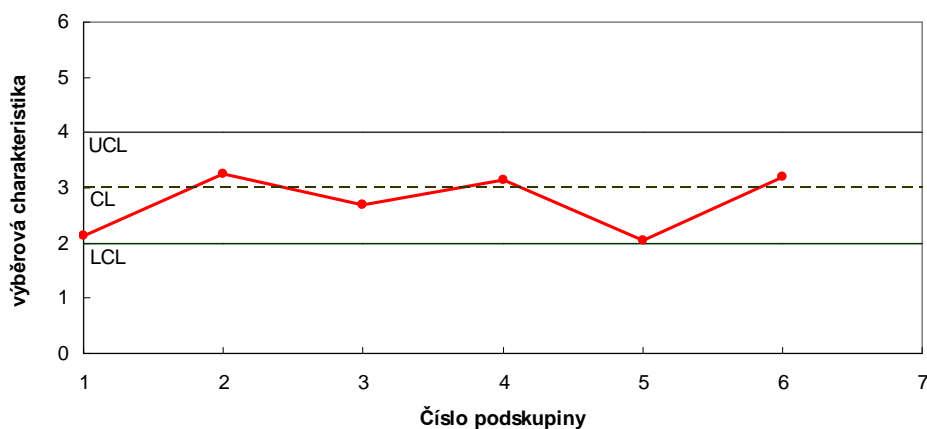
Obr. 8. Ukázka Paretova diagramu

4.1.6 Regulační diagramy

Regulační diagram je základní nástroj statistické regulace procesu. Zobrazuje variabilitu procesu dynamicky, umožňuje oddělit náhodné příčiny variability procesu od příčin vymezitelných. Regulace procesu spočívá v pravidelné kontrole výstupní veličiny, při níž se zjišťuje, zda regulovaná veličina odpovídá požadované úrovni.

Na osu x regulačního diagramu se vynášejí pořadová čísla podskupin, na osu y hodnoty výběrových charakteristik sledovaného znaku jakosti (např. výběrový aritmetický průměr \bar{x} , výběrové rozpětí R , výběrová směrodatná odchylka s , podíl neshodných jednotek p) vypočtené z chronologicky za sebou jdoucích hodnot znaku jakosti získaných v jednotlivých kontrolách. Dále regulační diagram obsahuje centrální přímku (CL), horní a dolní regulační

meze (UCL, LCL). Regulační meze vymezují pásmo, kde s předem zvolenou pravděpodobností leží hodnoty výběrových charakteristik jednotlivých podskupin.



Obr. 9. Ukázka struktury regulačního diagramu

Podle druhu sledovaného znaku jakosti rozdělujeme regulační diagramy na dva typy:

- měřením
- srovnáváním

Regulační diagramy měřením:

- | | |
|--|-------------------|
| výběrový průměr – výběrové rozpětí | - $\bar{x} - R$ |
| výběrový průměr – výběrová směrodatná odchylka | - $\bar{x} - s$ |
| výběrový medián – výběrové rozpětí | - $\tilde{x} - R$ |
| individuální hodnota – klouzavé rozpětí | - $x_i - R$ |

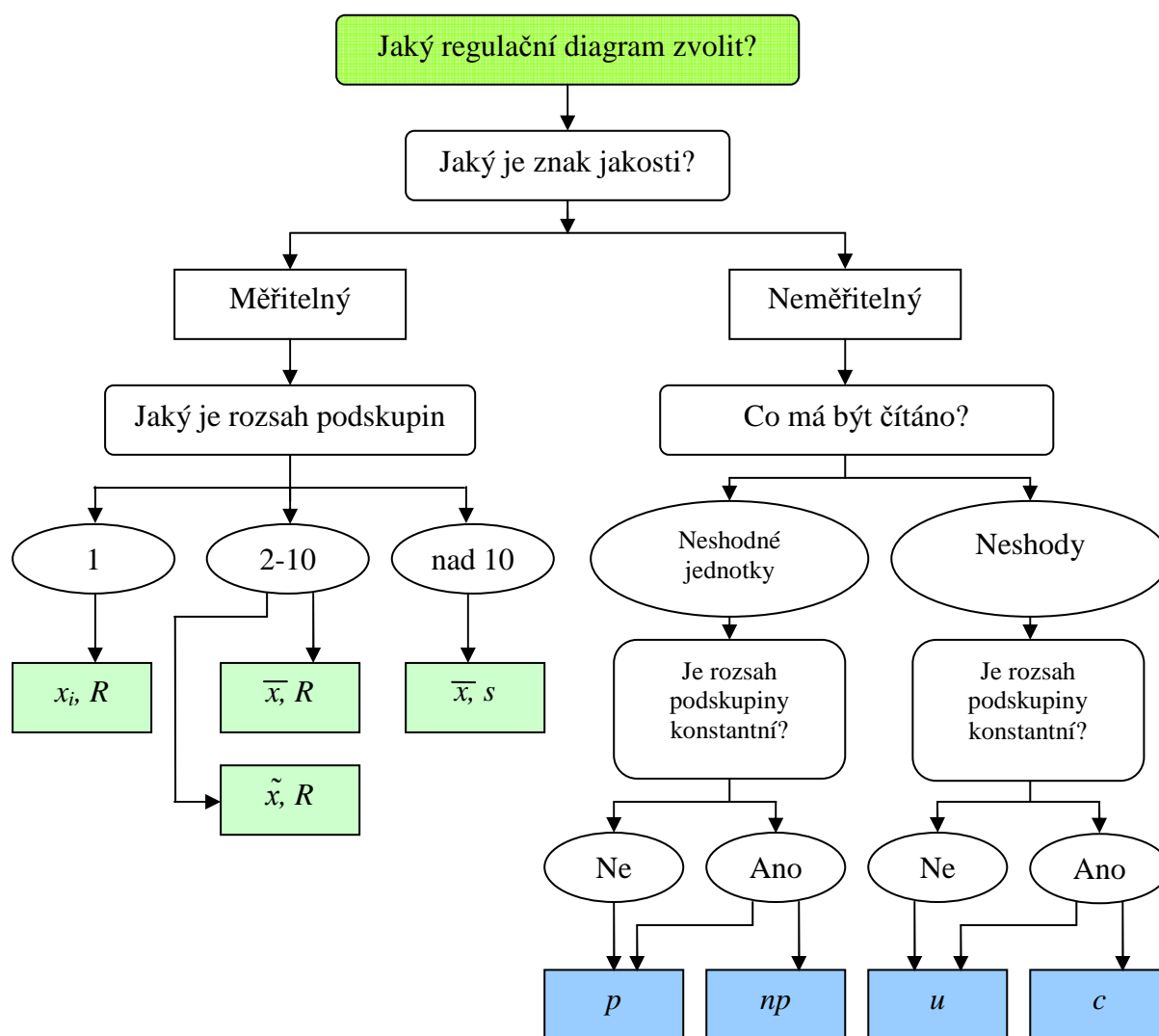
Regulační diagram srovnáváním:

- | | |
|---|---------------------|
| podíl neshodných jednotek | - diagram p |
| počet neshodných jednotek | - diagram np |
| počet neshod na jednotku nebo na 100 jednotek | - diagram c |
| podíl neshod na jednotku nebo na 100 jednotek | - diagram u |

Postup při výběru vhodného regulačního diagramu:

Statistická regulace procesu se skládá z několika kroků:

1. Identifikace cíle regulace a tomu odpovídající sběr dat
2. Stanovení znaků jakosti, jejichž hodnoty jsou potřebné pro sběr dat. Dále stanovení kontrolní místa v procesu tak, aby kontrola odhalila odchylku v nejbližší možné době s cílem minimalizovat vícenáklady.
3. Určení vhodné kontroly vybraných hodnot příslušného znaku jakosti
4. Zvolení vhodné délky intervalu kontrolního sběru dat. V procesech s nízkou stabilitou se doporučuje měřit častěji. Na začátku zavedení statistické regulace je vhodné použít měřicí interval kratší a s postupně se stabilizujícím procesem tento interval prodlužovat.
5. Zvolení vhodného rozsahu podskupiny. Rozsah podskupin by měl být konstantní. Větší podskupiny je vhodné použít kvůli citlivosti regulačního diagramu na změny procesu, menší podskupiny jsou vhodnější pro náročnější (časově, technicky, finančně) technické kontroly.
Při regulaci měření je k výpočtu regulačních mezí doporučeno mít data z 20 – 25 podskupin, u regulace srovnáváním z 25 podskupin.
6. Zvolení vhodného typu regulačního diagramu, možno dle obr. 10.
7. Zvolení vhodného způsobu volby podskupiny. V rámci podskupiny by měly působit pouze náhodné vlivy z důvodu vyšší šance odhalit změny v procesu mezi podskupinami.
8. Přípravení sběru a záznamu dat.

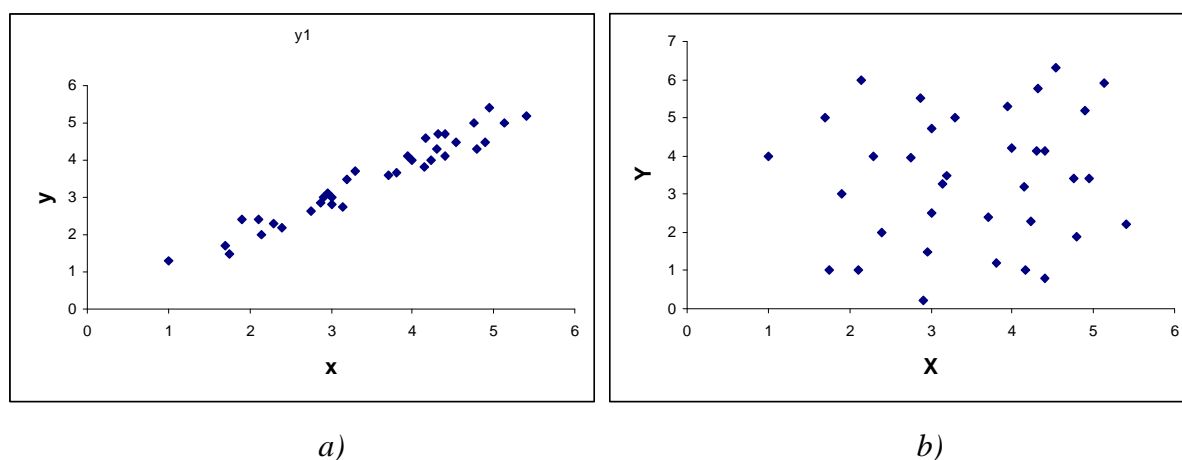


Obr.10. Schéma postupu při výběru vhodného regulačního diagramu

Po tvorbě regulačního diagramu dochází k hodnocení procesu. Zjistí se, zda v procesu působí vymežitelné příčiny. Zjišťuje se také, zda je proces způsobilý pomocí indexu cp_k . Je-li proces způsobilý, musí být hodnota indexu $cp_k \geq 1,33$.

4.1.7 Bodový diagram

Při zdokonalování procesu řízení jakosti může nastat situace, kdy kontrola zákazníkem nebo normou daného znaku jakosti je pro výrobní podnik časově (dlouhodobé testování produktu) nebo ekonomicky (destruktivní zkoušky, absence potřebného měřicího aparátu) velmi náročné. V takovém případě lze najít jiný znak jakosti, který bude s původním znakem jakosti ve stochastické závislosti (v korelaci). Pak je potřeba nalézt příslušnou regresivní funkci a pomocí ní a hodnot kontrolovaného znaku jakosti lze stanovit hodnoty požadovaného znaku jakosti. Prvotní informaci o existenci stochastické závislosti poskytne bodový diagram. Při konstrukci bodového diagramu je potřeba zvolit nezávislou proměnnou X (hodnoty kontrolovaného znaku jakosti) a závislou proměnnou Y (hodnoty požadovaného znaku jakosti). Je vhodné provést měření minimálně ve 30 dvojicích hodnot závislé a nezávislé proměnné. Z těchto hodnot sestavíme bodový diagram v pravoúhlé souřadnicové soustavě. Pokud body proložíme přímkou (s využitím metody nejmenších čtverců), je možno tuto přímku matematicky vyjádřit rovnicí. Nejedná se o rovnici vzájemné závislosti, ale o regresní rovnici. Mírou závislostmi mezi proměnnými X a Y lze stanovit koeficientem korelace r . Pro koeficient korelace platí: $-1 \leq r \leq 1$. Pokud koeficient korelace r nabývá hodnot 1 a -1, jedná se o funkční závislost ($r = -1$ - nepřímá závislost, $r = 1$ - přímá závislost). Pro $r = 0$ většinou platí, že proměnné X a Y nejsou v korelaci. Může nastat situace, že jsou proměnné silně nelineárně závislé a mají koeficient korelace $r = 0$. Proces analýzy průběhu stochastické funkce se nazývá regresní analýza.



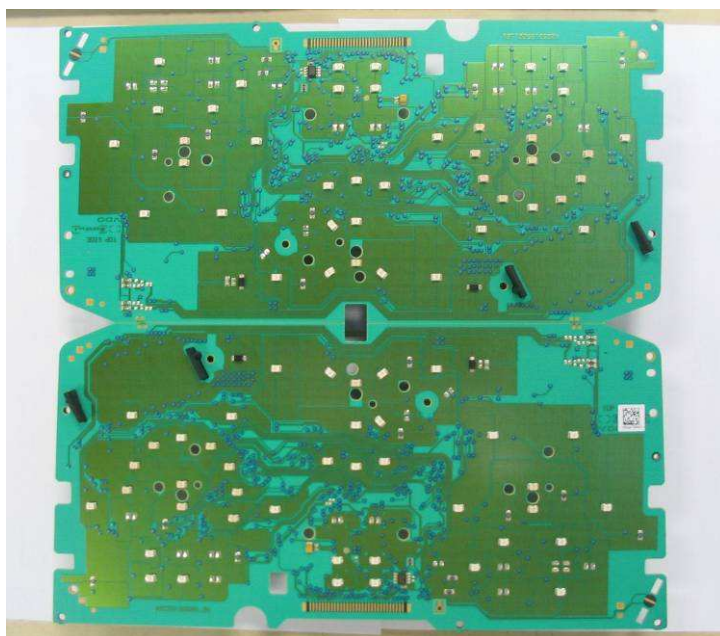
Obr. 11. Dva typy stochastických závislostí. Na obr. a je silná stochastická závislost, na obr. b není žádná stochastická závislost.

5. Projekt Opel DELTA



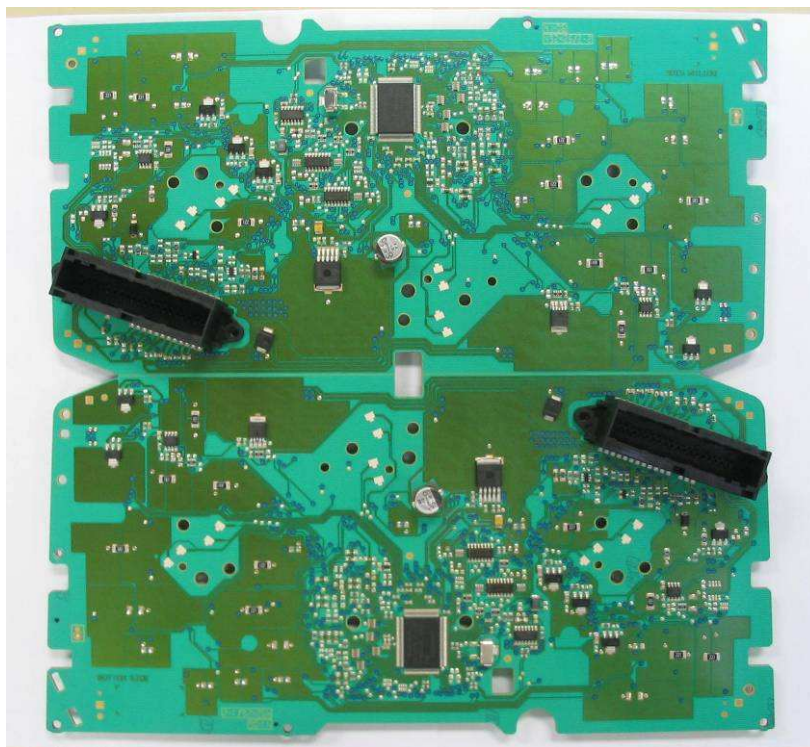
Obr. 12. Přístrojová deska pro Opel Astra a Opel Zafira

S projektem Opel Delta se ve Frenštátě začalo v roce 2003. Jedná se o výrobek v rámci FF IP, tedy o elektronický informativní systém pro přístrojovou desku do automobilů Opel Astra a Opel Zafira. Konečným produktem je palubní přístrojová deska. V závodě ve Frenštátě pod Radhoštěm se zpracovává DPS (osazení SMD součástkami, vizuální a funkční kontrola), konečná montáž DPS do přístrojové desky se koná v závodě stejné divize Siemensu VDO (Continentalu AG) v Babenhausenu.



Obr. 13. BS strana nützenu Opel DELTA

Produkt Opel Delta se průběžně vyrábí v patnácti variantách, celková týdenní produkce je cca 17000 kusů. Kromě standardních patnácti variant se objevují i malosériové produkce starších MLFB produktu v rámci náhradních dílů. Plán výběhu výroby produktu byl původně stanoven na rok 2008 o celkovém počtu 675 000 kusů, avšak na základě požadavku zákazníka byl kontrakt prodloužen až do roku 2011.



Obr. 14. LS strana nutzenu Opel Delta před rozdělením a funkčním testem

5.1 Zero rework (nulové opravy)

Opel Delta byl do projektu ZR zařazen v létě roku 2006 z důvodu většího počtu reklamací od zákazníka ohledně chybného zapájení a záměn barevných šarží LED diod.

Obecně Zero Rework znamená žádný zásah do komponenty (například odstranění cínových kuliček, dopájení cínu), zákaz výměny součástky v případě jejich nesprávných parametrů a zákaz doplnění součástky v případě absence komponenty.

V projektu Opel Delta barevně označené součástky Zero Rework jsou:

- a) nulové opravy vybraných komponent na DPS
- b) povolené zásahy (doplnění cínu, odsátí můstku) do označených součástek

V případech, kdy komponenta zařazená do ZR chybí nebo je poškozená, DPS se musí vyšrotovat.

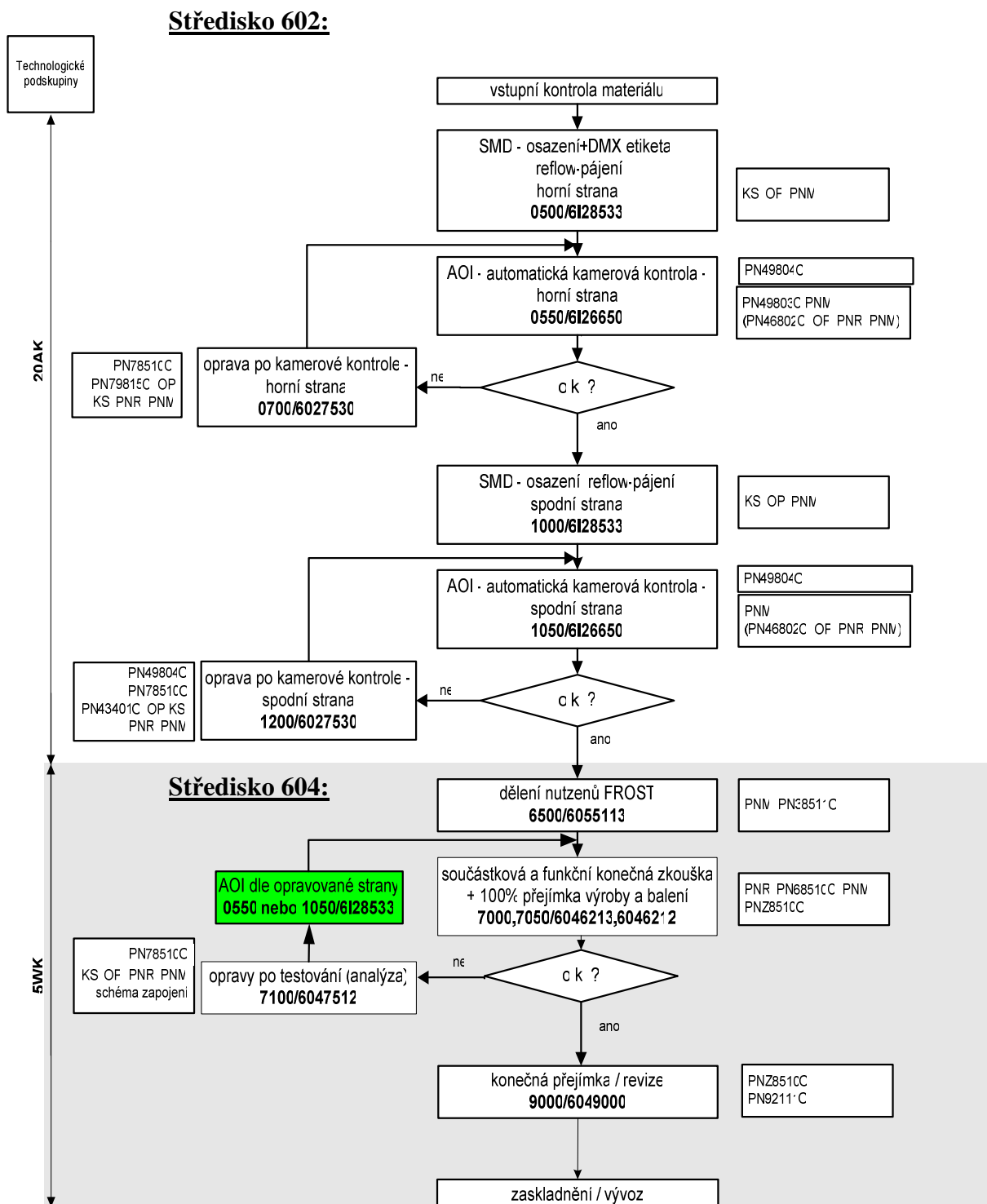
Projekty, jež jsou v rámci ZR, mají komponenty ZR na osazovacích plánech barevně odlišeny od ostatních součástek. V případě projektů zařazených v ZR jsou pak ke každému projektu vydány opravárenské koncepty, které specifikují možnosti zásahů do komponent ZR a manipulaci s celou DPS.

Důvody zavedení ZR:

- filosofie – již napoprvé vyrábět dobře
- reklamace
- prestiž u zákazníka
- finanční zatížení – vícenáklady

ZR existuje v řadě jiných odvětví, například v kosmonautice, letectví, farmacii, výrobě elektronických komponent. Při zavedení ZR do procesu se zvýší vícenáklady na šrotaci. Proto je třeba důsledně sledovat proces a navrhnout preventivní opatření tak, aby hodnota šrotovaného materiálu opět poklesla.

5.2 Průběh výroby Opel Delta:



Obr. 15. Průběh výroby produktu Opel Delta

5.2.1 Výrobní střediska

Průběh výroby je rozdělen mezi dvě výrobní střediska. Na středisku č. 602 dochází k osazování nutzenů z obou dvou stran na SMT stanicích, optické kontrole a k opravám kusů, které neprošly automatickou optickou kontrolou. Na středisku 604 poté dochází k dělení nutzenů, následné funkční zkoušce na ICT, vizuální kontrole, zabalení a k opravám.

5.2.1.1 Průběh výroby na středisku 602

První operací v procesu výroby přístroje Opel Delta bylo ruční lepení datamatrix kódu v podobě samolepek na DPS. Datamatrix kód na projektu Opel Delta je přítomen pro určení případné závady přístroje odhaleném na AOI. Po přečtení DMX kódu čtečkou se operátorce obsluhující AOI objeví na obrazovce vada konkrétního kusu. V srpnu 2007 bylo ruční lepení DMX nahrazeno automatickým lepením přímo na osazovací lince SMT 04 a tím bylo eliminováno možné poškrábání DPS při lepení DMX.



Obr. 16. Ukázka nalepeného datamatrix kódu

Po ručním lepení DMX kódu následuje opastování nutzenu v DEKU. Nutzeny jsou vloženy do automatického podavače, ze kterého jsou pomocí pásového transportu přesunuty do DEKU. DEK je automatický stroj, kde dochází k nanášení pájecí pasty přes síto na místa SMD součástek, která mají být posléze zapájena. Poté je nutzen přemístěn pomocí transportu do první osazovací stanice.

SMT stanice osazuje SMD součástky na jednotlivé pozice. Osazování probíhá pomocí nasátí součástek na pipety umístěné na dvou osazovacích hlavách. Na každé hlavě je 12 pipet. Při osazování jednou hlavou druhá nabírá součástky z důvodu zkrácení osazovacích časů. Každá nasátá součástka je kontrolována kamerou, která kontroluje přítomnost součástky. K odebrání součástek pipetou jsou určeny tzv. ristungy. Ristung je podávací zařízení, do kterého se navazují součástky uložené v kotoučích.

První tři SMT stanice osazují menší součástky a jsou schopny osadit 20 000 součástek za hodinu. Čtvrtá osazovací SMT stanice osazuje větší součástky (např. mikroprocesor). Mezi stanicemi je pásový transport. Po osazení BS strany v daném počtu kusů nutzenů se změní program SMT linky, dojde ke změně síta v DEKU a osazuje se LS strana – procesorová. Vstupní ASYS linky obsahuje automatické podavače, které DPS dokáže z magazínu vyjmout.

Po ukončení osazování LS strany je nutzen přesunut pomocí transportu do PMJ. PMJ je osazovací stanice konektorů. K osazování konektorů dochází na LS straně. Při pájení BS strany nutzeny stanicí PMJ pouze projíždí. Po PMJ následuje REFLOW pec.



Obr. 17. Stanice PMJ

V REFLOW peci dochází k zahřátí celého nutzenu i se součástkami SMD tak, že se cínová pájecí pasta přemění na kov. Teplota v peci je cca 240 °C, nutzeny projíždí pecí 5 minut. Na konci REFLOW pece je umístěn ventilátor, který nutzeny ochladí na teplotu cca 30°C. Poté je nutzen pomocí transportu a táhla ve výstupním ASYSU vložen do připraveného magazínu.

Po zapájení komponent na SMT stanici následuje kamerová kontrola na AOI – automatické optické inspekci. Obsluha musí přenést magazín z výstupního ASYSU pájecí linky a umístí jej do vstupního ASYSU u AOI. Automatická optická inspekce kontroluje přítomnost součástek a správné zapájení komponent. Je-li při kontrole nalezena vada, kontrolovaný nutzen zajíždí do červeně značeného magazínu. Po naplnění magazínu AOI vyřazenými nutzeny vyjme obsluha magazín ze stroje a provede vizuální kontrolu pod lupou. Po načtení DMX kódu se operátorce objeví na displeji vada konkrétního kusu a operátorka posoudí, zda se jedná o pseudochybu stroje či vadu. V případě menších vad může kus opravit sama, v případě větší vady předá kus na opravy nebo připraví kus ke šrotaci. Po opravě je kus znovu podroben AOI kontrole.

Takt AOI je rychlejší než takt SMT linky z důvodu nevznikání prostojů mezi jednotlivými stroji a možnosti zásahu na SMT lince v případě většího počtu chyb při kontrole na AOI.

Magazíny s dobrými kusy jsou naskládány na paletu a po naplnění palety 12 kusy magazínu je kus odveden na středisko 604.

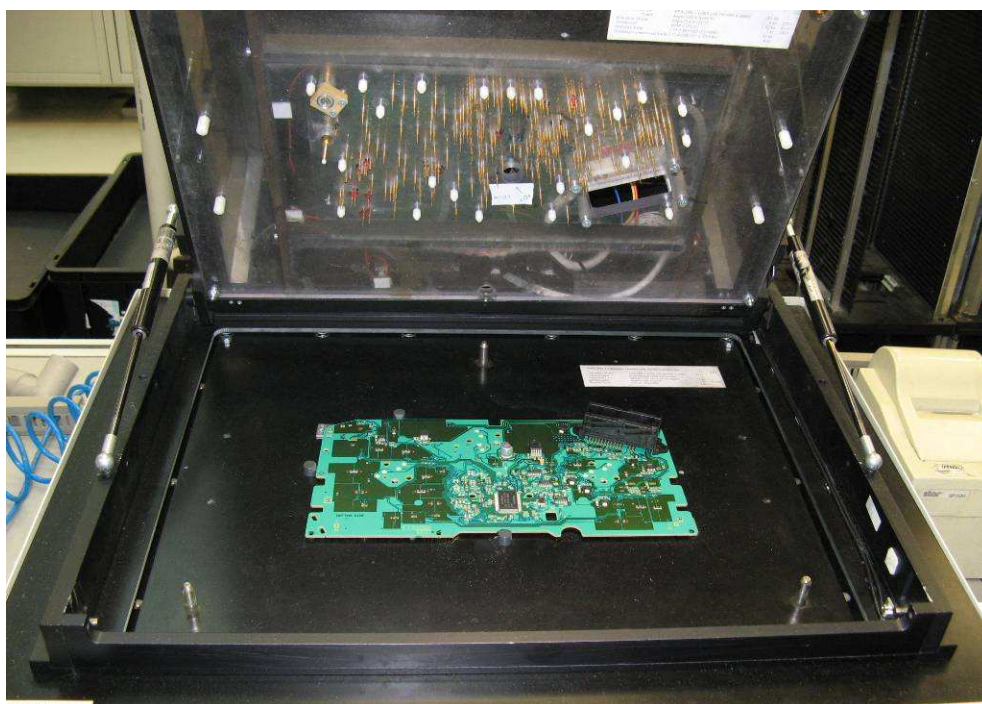
5.2.1.2 Průběh výroby na středisku 604

Na středisku 604 je první operací dělení nutzenů na speciálních nůžkách. Nutzeny jsou profrézované kvůli snížení pnutí při dělení na jednotlivé DPS a z důvodu lehčího dělení.



Obr. 18. Dělicí nůžky

Po dělení jsou jednotlivé DPS uloženy do beden a přemístěny na funkční test ICT (In Circuit Test). ICT je zařízení, kde se pomocí jehel a kontaktních míst na DPS prověří funkčnost DPS. Test využívá určitých hodnot vstupních napětí a vyhodnocuje jejich výstupní napětí na místech k tomu určených. V případě špatné součástky vyjede z tiskárny u PC chybový lístek s označením vadné součástky. Špatné DPS jsou přemístěny na pracoviště oprav. Po opravě se kus opět prověřuje na ICT. Po dobrém testu se vytiskne etiketa a operátorka ji nalepí na DPS.



Obr.19. Testovací stanice ICT

Test jednoho kusu trvá cca 50s. Z tohoto důvodu jsou na pracovišti tři ICT, které obsluhuje jedna operátorka.

Po ICT testu obsluha předá kus na optickou kontrolu. Zde pracovnice vizuálně kontroluje celý kus. V případě podezření na chybu kus vyřadí a přemístí do šrotačního regálu. Dobré kusy se zde uloží do beden, které se přímo ve výrobě naskládají na paletu a svážou. Pak se kusy přesunují do skladu na expedici.

5.3 EGB prostředí:

Elektronické přístroje a DPS jsou osazovány SMT technologií. SMD součástky jsou z důvodu své velikosti a citlivosti náchylné na jakýkoliv elektrostatický výboj, který by je mohl poškodit nebo i zničit. Z tohoto důvodu je v celém závodě výroba umístěna do tzv. EGB zón, kde se nemůže vstoupit bez speciálního EGB oblečení. Toto oblečení se skládá z vodivého EGB pláště a speciální EGB obuvi, která vodivě spojí spodní část nohy se zemí tak, aby se na těle nemohl vytvořit elektrostatický náboj. Pracovníci, kteří pracují v sedě, mají navíc EGB náramek umístěný na ruce, který je vodivě spojen s kostrou stolu, u kterého pracují. Rovněž povrch podlahy je ze speciálního vodivého linolea.

5.4 Čistá výroba:

Z důvodu dobrého zapájení bez jakýchkoliv možných nečistot je snaha udržet výrobní prostory v co nejčistším prostředí. I malá nečistota se může odrazit na kvalitě a funkčnosti výrobku. Proto je kladen velký důraz na čistotu výrobních prostor a dochází k neustálému zlepšování tak, aby se omezila prašnost ve výrobních prostorech. Napomáhají k tomu například filtry na klimatizačním zařízení, upravené vstupy do výrobních prostor, pracovní pokyny zaměstnanců.

5.5 Databáze šrotovaného materiálu

Prvním opatřením vedoucím ke snížení ztrát ve výrobním procesu bylo monitorování procesu a zaznamenávání výpadků, zejména šrotů, do kontrolní tabulky v programu Excel. Toto monitorování bylo započato po detailním seznámení se s výrobním procesem produktu Opel Delta (skládající se z osazování na SMT lince, automatické optické kontroly AOI, dělení nutzenů, funkční zkoušky na ICT adaptérech). Databáze šrotů zahrnuje místa výpadku, případně chybu, kvůli které byl daný kus šrotován. Z důvodu potřeby porovnání aktuálního stavu výpadku v době mého nástupu ve firmě byla databáze vedena tři měsíce zpětně.

5.6 Šrotační schůzky

V pravidelných intervalech se koná na místě u regálu se šrotem z celého výrobního střediska šrotační schůzka. Jejím cílem je samotná šrotace – posouzení kusů určených ke šrotaci, případné uvolnění zpět do výroby nebo na pracoviště oprav. Pro každý produkt je vyhrazena jedna šrotační schůzka. Koná se v pravidelných intervalech (zhruba 1x týdně) za účasti QP, MP, Team lídra z výroby, dílenské písáčky, popř. jejich nadřízených pracovníků. Výstupem z každé šrotační schůzky je šrotační protokol.

5.6.1 Šrotační protokol

Šrotační protokol se skládá ze všech šrotů vyřazených na dané šrotační schůzce. Jeho identifikace zajišťuje číslo protokolu, datum vydání a místo šrotace, pomocí kterého jej lze snadno zpětně dohledat. U každé položky obsahuje počet kusů, popis chyby, kód místa vzniku chyby, datum výpadku. Každý protokol jde pak k podepsání vedoucím pracovníkům. Tímto by s ním měli být seznámeni.

5.7 Důležité parametry procesu

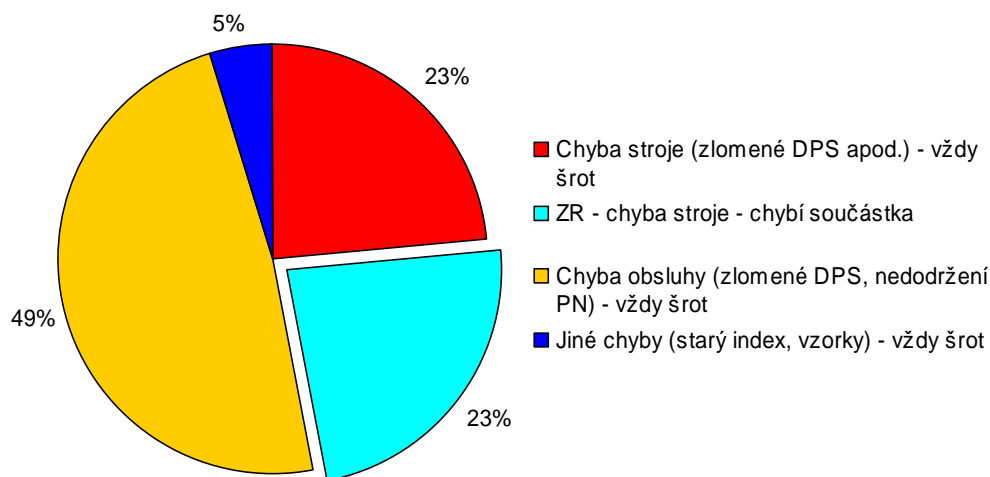
FPY (*First Pass Yield*) – procento jednotek, které projdou napoprvé celým výrobním procesem, aniž by se u nich vyskytl defekt.

FPY výrobního procesu je velmi důležitý ukazatel toho, v jakém stavu se nachází výrobní proces. Výrobní proces by měl být optimalizován tak, aby se FPY blížilo 100%. V případě složitějších projektů v praxi je FPY nižší.

PPM (*parts per milion*) – další důležitý ukazatel, udává, kolik bylo reklamací od zákazníka za určité časové období (měsíc) přepočteno na milion vyexpedovaných kusů. Cílem závodu Frenštát je dosáhnout hodnoty 0 PPM.

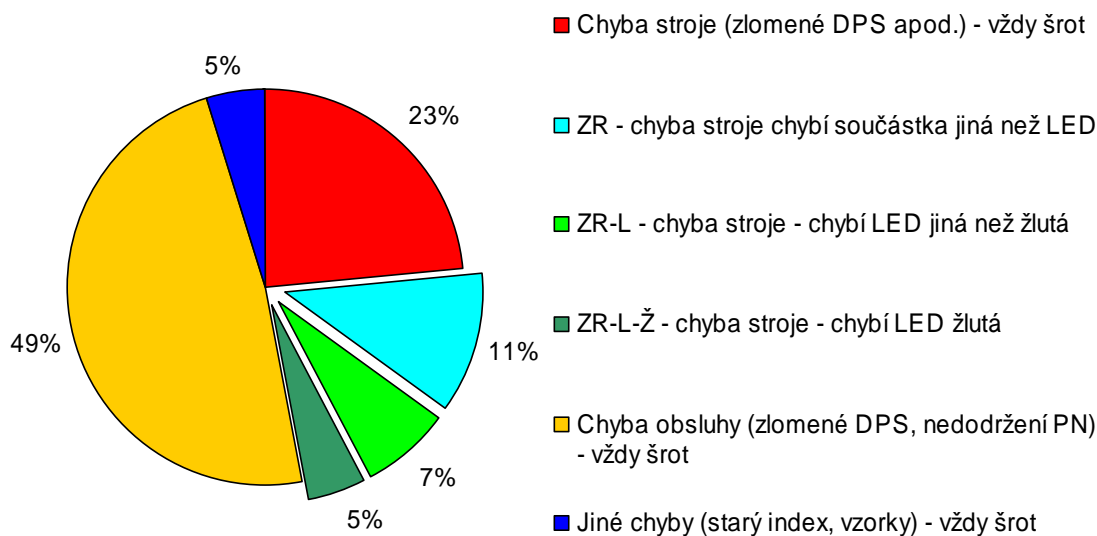
6.VÝVOJ ŠROTACE

Z důvodu sledování vývoje šrotace a dalších důležitých parametrů (PPM, FPY) jsou veškeré analýzy v tomto projektu vedeny od října roku 2006, tedy tři měsíce zpětně od data zahájení projektu.



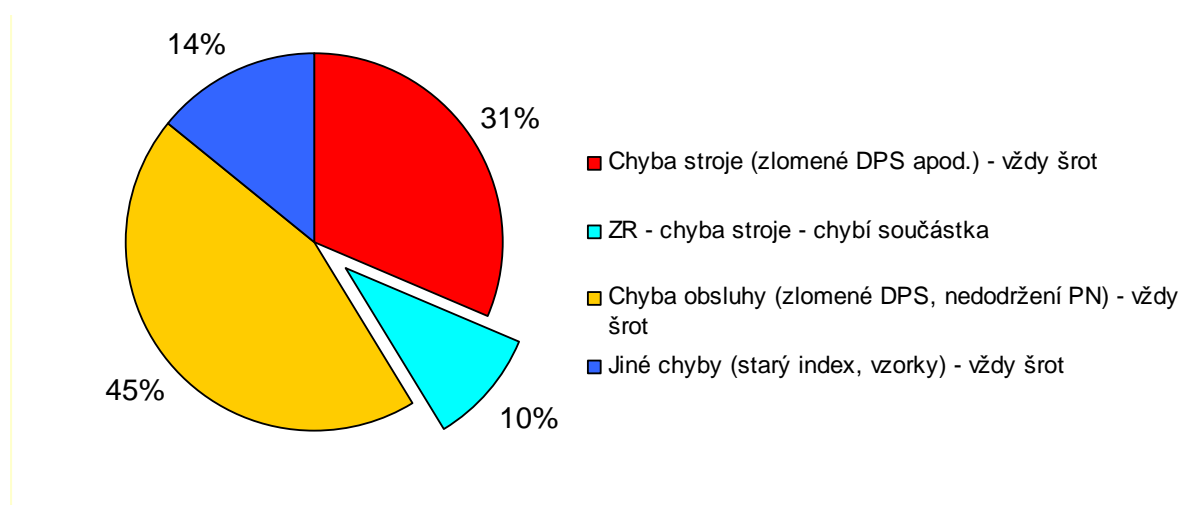
Obr. 20. Průběh na vývoji šrotace za období 10/2006 – 03/2007

Vzhledem ke zvýšené šrotaci z důvodu ZR bylo rozhodnuto o snížení přísných kritérií ZR. Byl změněn osazovací plán. Ke zpřehlednění úspor změněním osazovacího plánu je zapotřebí rozčlenit si graf vývoje šrotace v období říjen 2006 – březen 2007 v oblasti ZR.



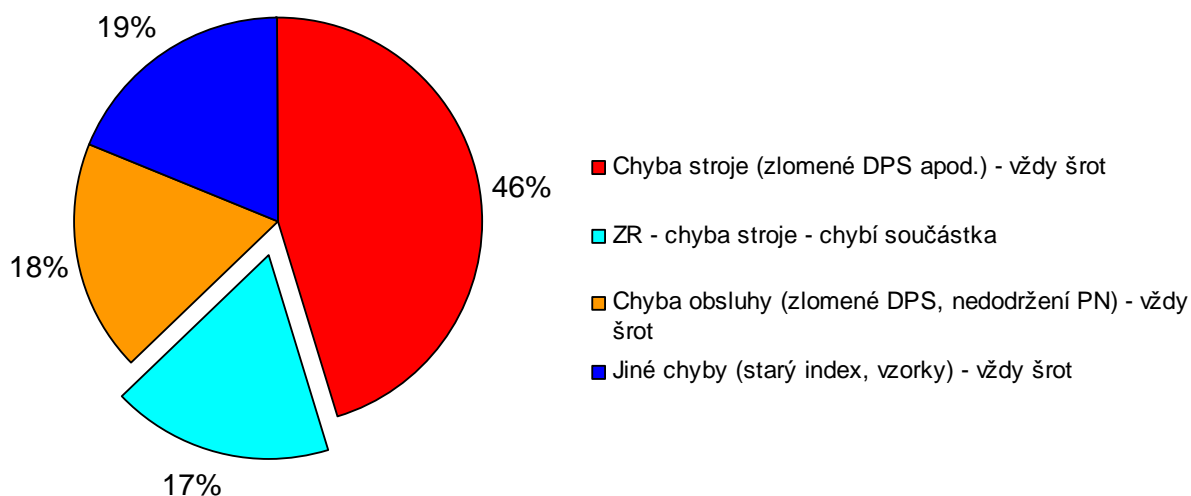
Obr. 21. skladba šrotu za období 10/2006 – 03/2007

Zavedením nového osazovacího plánu jsme byli schopni v příštím období za předpokladu obdobného vývoje eliminovat 7% kusů z celkové šrotace. Celková šrotace je zkreslena chybou obsluhy u osazovací linky, která zaměnila kotouč LED diod. LED diody byly všechny zařazeny do procesu nulových oprav. Změnou osazovacího plánu zůstalo v ZR zařazeno 16 diod. Tyto diody svítící charakteristickou žlutou barvou nelze spolehlivě nahradit jinými. Jelikož výrobce není schopen dodávat tyto diody ve stejné svítivostní šarži, používá se pro každou svítivostní šarži jiný předřadný odpor, který zajistí stejnou svítivost diod. Ostatní diody na produktu Opel Delta lze s přehledem vyměnit či doplnit.



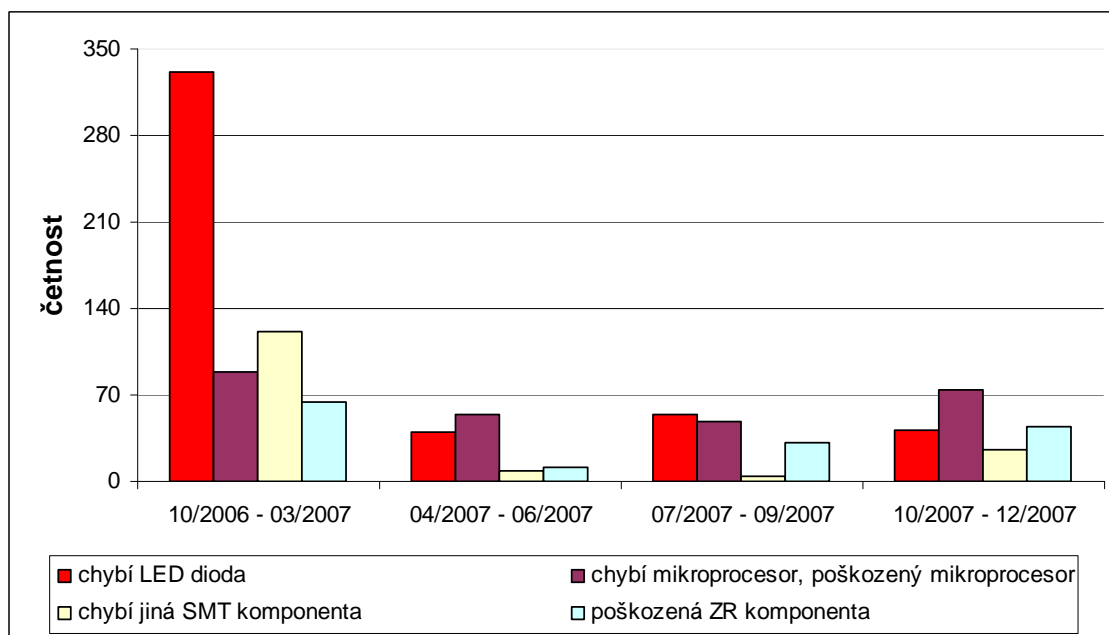
Obr. 22. Skladba šrotovaného materiálu za duben 2007 – září 2007

Za období od dubna 2007 do září 2007 se podařilo snížit šrotaci způsobenou ZR na 10% hranici oproti původnímu půlročnímu období. Opatření v podobě nového osazovacího plánu se tedy osvědčilo.



Obr. 23. Skladba šrotovaného materiálu za říjen 2007 – prosinec 2007

Zvýšený podíl na šrotaci vlivem ZR má za následek nový OP platný od října 2007. Ve Frenštátě jsou 4 projekty se ZR. Na každém z nich ale platila jiná pravidla – na projektu Rotax byly stejné komponenty jako na Opelu Delta neopravitelné, kdežto u Opelu se opravovaly. Komponenty byly sjednoceny tak, aby na každém novém projektu se ZR bylo jasno, do kterých komponentů se může zasáhnout a také bylo definováno, jakým způsobem.



Obr. 24. Rozpis vad ZR za sledované období

7. TYPY VAD

V průběhu celého projektu se při výrobě vyskytovalo velké množství příčin majících za následek šrotaci jednotlivých kusů i sérií ve větším počtu. Proto jsou zde příčiny vzniku šrotů sepsány v obecnější formě, než při řešení výrobních problémů přímo v podniku. Největší podíl na šrotaci za sledované období 15 měsíců má lidská chyba (41,9 %) způsobená nedbalostí nebo nedodržením pracovních návodů.

Přehled vad na produktu Opel Delta za sledované období je přiloženo v příloze F - I.

7.1 Přehled nejčastějších vad:

Chyba obsluhy, nedodržení PN – zde jsou zahrnuty veškeré chyby pracovníků vlivem nedbalosti, neopatrnosti či nekázně. Největší část tvoří chyba při navazování nových kotoučů součástí na docházející na osazovacích SMT strojích. Dále je zde zahrnuta neopatrná manipulace a porušení pracovních návodů.

Chyba SMT osazovací stanice – vady, které jsou způsobeny osazovacími stanicemi na SMT lince. Jedná se o neosazené nebo špatně osazené komponenty, poházené komponenty, posunuté komponenty.

Chyba vstupní a výstupní stanice – chyby vznikající náhlým vyjetím výtahu s magazínem, chyby pojezdů s transporty, chyby podavačů DPS.

Chyba transportu – chyby komunikace vznikající mezi jednotlivými stanicemi, kdy v jedné stanici DPS nepočká na dokončení operace v další stanici a vjede na osazenou DPS, přičemž shrne osazené, ale nezapájené součástky. Velkou část této chyby tvoří i transport v REFLOW peci, kde je řetězový transport. V peci se DPS zasekávají v transportu převážně kvůli nevhodnému tvaru DPS (malé výstupky kolem montážních otvorů) a nekvalitnímu materiálu DPS.

Chyba AOI – jedná se převážně o chyby způsobené vstupní, výstupní stanicí u tohoto zařízení a samotným transportem uvnitř zařízení.

Špatné pastování v DEKu – chyba vznikající například při nesprávném načtení středících marek přístroje, podle kterých se natáčí DPS do správné pozice k opastování. Dále dochází k poruše tlaků pastovacího zařízení, kdy se na plošky přes síto dostane více nebo méně pasty. V průběhu projektu bylo pořízeno na SMT stanici nové pastovací zařízení, které bylo třeba odladit a které je jiné, než všechny ostatní na jiných linkách. Proto docházelo ke zvýšenému výpadku na tomto zařízení.

Chyby způsobené na PMJ stanici – chyby vznikají při nesprávném osazení konektoru, při špatné poloze osazované DPS. Při osazování konektoru vzniká v DPS napětí dané zacvaknutím konců konektorů, při kterém může dojít k odskoku součástek.

Špatné DPS – jedná se o dodavatelské chyby - poškrábané DPS, profrézované DPS, DPS bez pocínovaných plošek apod.

Poškození při opravě – nejčastěji jsou při odsávání cínu strhnuty plošky pod součástkami, které nevydrží teplotní namáhání vlivem pájky.

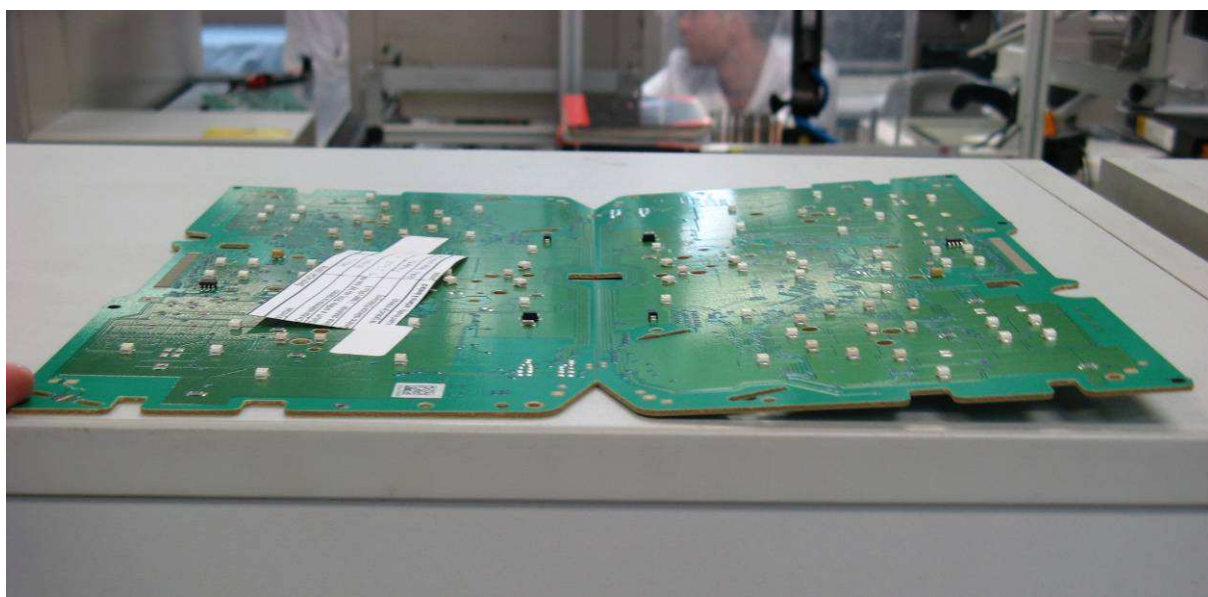
8. ŘEŠENÉ VÝROBNÍ PROBLÉMY

8.1 Preventivní výměna pipet na SMT stanicích

Z důvodu velkého množství šrotace způsobené chybějícími či posunutými LED diodami bylo navrženo nápravné opatření v podobě výměny všech pipet na osazovacích hlavách při údržbě. V každé osazovací stanici je zhruba 60 pipet. Při údržbě by bylo zapotřebí stejné množství v záloze, aby mohly být pipety vyměněny a vyčištěny. Vzhledem k velkému množství pipet potřebných na SMT linku, kde se osazuje projekt Opel Delta, a finanční náročnosti, byl návrh zamítnut.

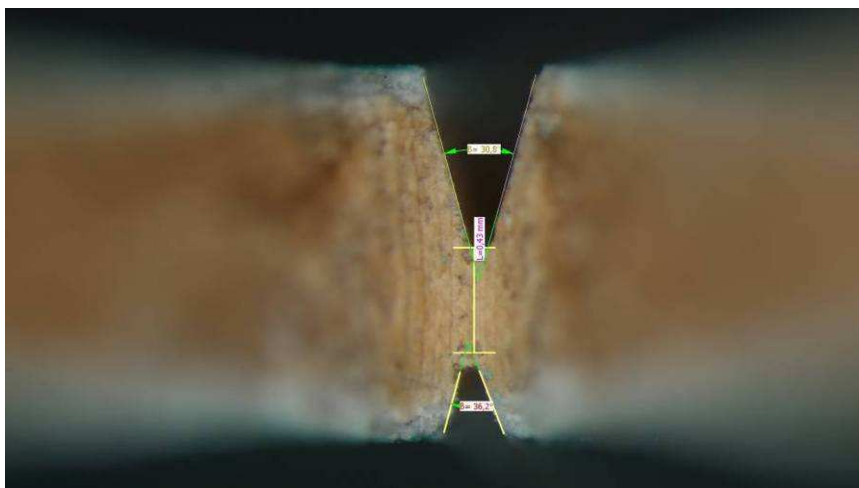
8.2 Prohnuté nutzeny DPS

Při osazování BS strany a následném zapájení v REFLOW peci došlo k prohnutí nutzenů DPS a to v počtu cca 24 magazínů. Povolená hodnota prohnutí činí 2mm a jelikož bylo prohnutí větší, byly tyto díly zablokovány a následně se rozhodovalo o dalším postupu. Vzhledem k velkému množství zablokovaných DPS byly tyto nutzeny nakonec osazovány i z LS strany, při kterém se vlivem prohnutí osazování časově zdrželo oproti normálnímu stavu.



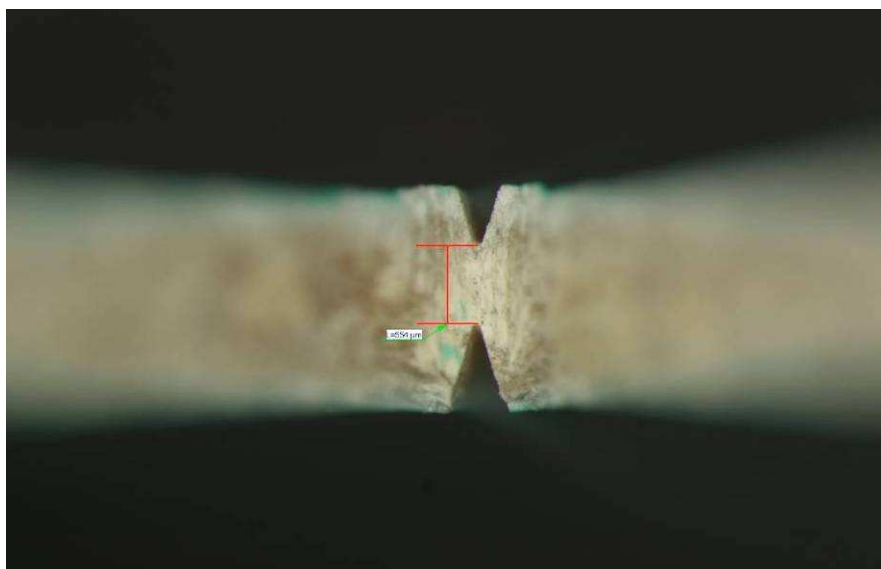
Obr. 25. Prohlý nutzen

Byla provedena analýza profrézování střední dělicí drážky. Naměřená tloušťka L dělicí drážky prohnutého nutzenu měla hodnotu $L = 0,43$ mm.



Obr. 26. Špatné frézování dělicí drážky u prohlého kusu

Kus byl neshodný s výkresovou dokumentací. Tloušťka L středící drážky podle příslušného dokumentu má tloušťku $L = (0,65 \pm 0,10)$ mm.



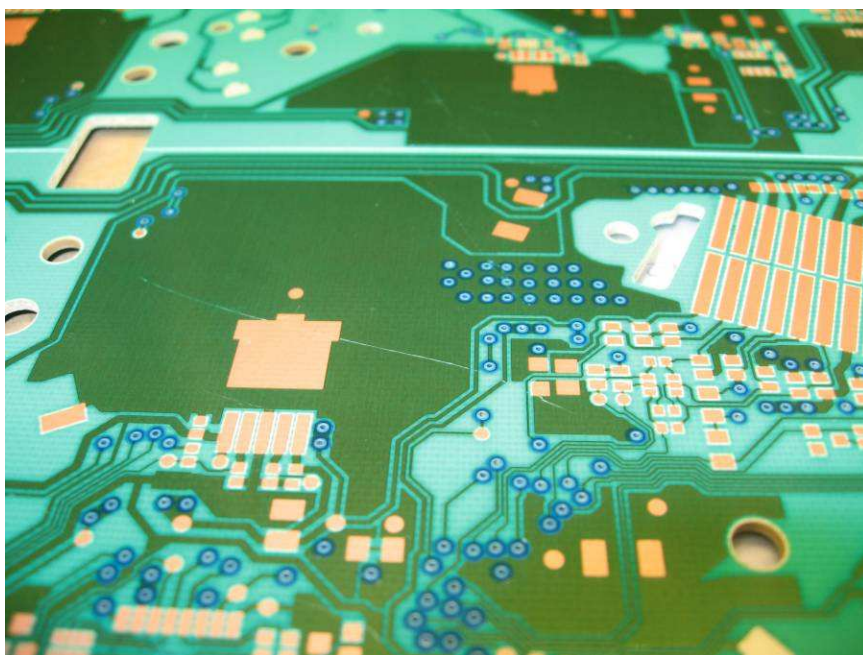
Obr. 27. Ukázka dobrého frézování dělicí drážky

Nejvíce prohnuté nutzeny výrobku Opel DELTA byly předány oddělení SQM, které zaslalo vyjádření k dodavateli v podobě 8D reportu. V něm se dodavatel vyjádřil, že tyto DPS

sloužily k nastavení frézky, která frézovala středící drážku. Vzorkovací DPS byly lidskou chybou u dodavatele (firma EUROCIR) zaměněny za dobré a přeposlány do výrobního závodu Siemens VDO do Frenštátu.

8.3 Poškrábané DPS

Při šrotacích se vyskytovaly poškrábané osazené DPS. Pro vypátrání zdroje škrábanců, které byly nahodilé a nesystematické, byl domluven postup, kdy se označily prázdné DPS a bude sledován jejich tok výrobním procesem tak, že budou kontrolovány po každé operaci. Pro označení DPS bylo nutné se vydat do skladu, kde měly být jednotlivé nutzeny překontrolovány a označeny. Při selekci 600ks se však objevily škrábance na cca 10% kontrolovaných kusů, z toho asi 6 velkých a nepřijatelných.



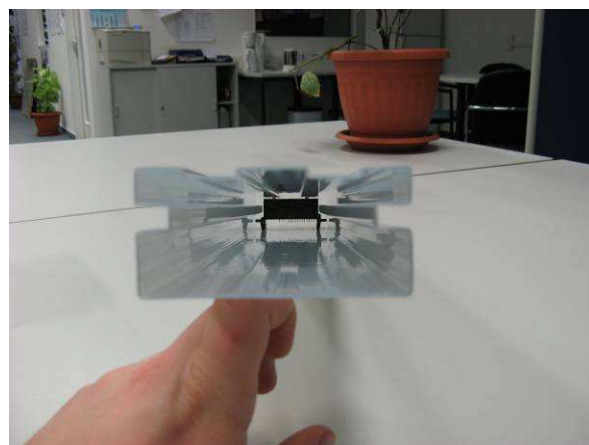
Obr. 28. Poškrábaná DPS

V areálu firmy Siemens VDO působí externí firma kontrolující příchozí prázdné DPS od dodavatele. Tyto DPS jsou kontrolovány na shodnost se specifikací, konkrétně na nejcitlivější místa u DPS. U nutzenů Opel DELTA je z důvodu profrézování a použitého materiálu kladen důraz na kontrolu povoleného prohnutí DPS. Toto prohnutí může činit maximálně 2 mm.

Tyto kontroly platí výrobci DPS. S výrobcem DPS na Deltu bylo dohodnuto rozšíření kontroly prohnutí DPS i na selekci na škrábance. Toto preventivní opatření vedlo k eliminaci poškrábaných kusů ve výrobním procesu na minimum.

8.4 Špatné tuby konektorů

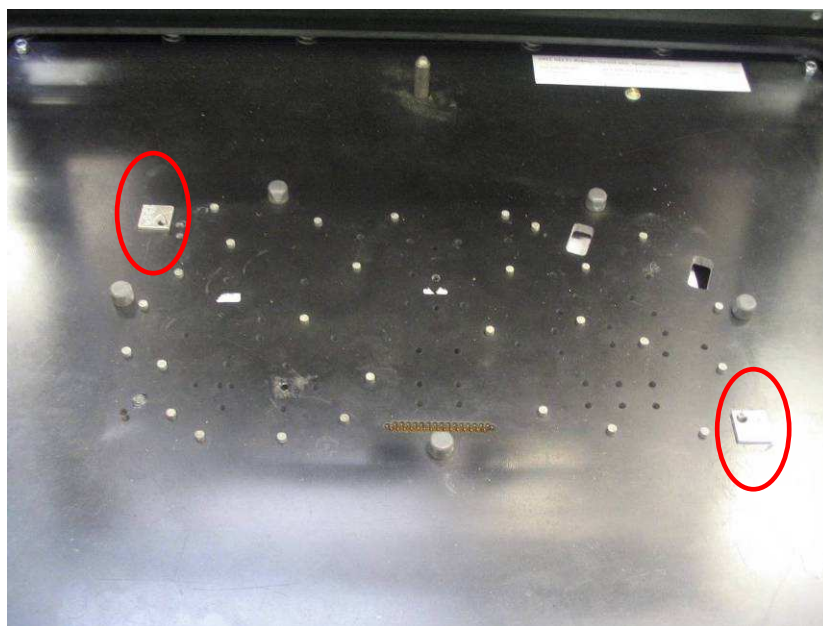
Dlouhodobým problémem ve výrobním procesu je výskyt mírně deformovaných tub konektorů. Tuba s konektory se vkládá do zařízení PMJ (automatický osazovací stroj na konektory), kde se nachází pod úhlem tak, aby konektory mohly z tuby samovolně klouzat ven při odebrání konektoru automatickým podavačem. Vlivem vystavení tuby vyšším teplotám při distribuci tub do závodu dochází k mírné deformaci tub. To má za následek špatnou funkci tuby, protože nedochází k samovolnému propouštění konektorů do PMJ. Deformace tuby má za následek také propadávání tuby ze šikmého umístění v PMJ. Propadávání tuby je zapotřebí při vyprázdnění tuby a následnému přenechání místa tubě plné. Vlivem propadávání tub s konektory dochází k poškození komponent umístěných při okraji tuby v daném okamžiku. Problém s balením konektorů je v řešení s firmou TYCO.



Obr. 29. Balení konektorů v tubách

8.5 Eliminace zlámaných rožků v ICT adaptérech:

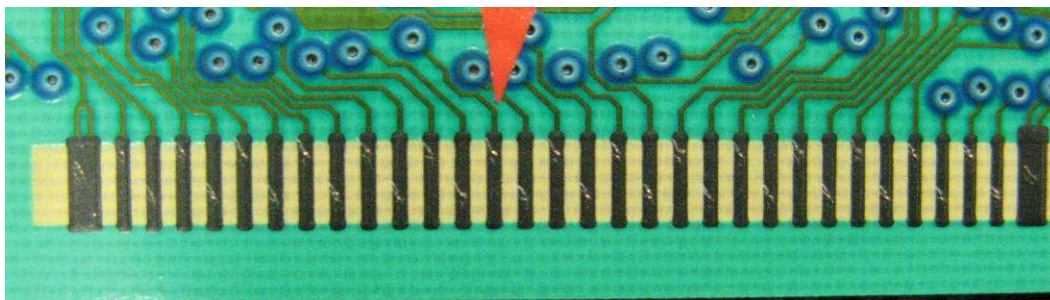
ICT adaptér je testovací stanice, která slouží k přezkoušení funkčnosti přístroje pomocí měřicího napětí. Napětí je do přístroje přiváděno pomocí sady jehel. Tyto jehly jsou umístěny ve víku ICT v jeho spodní části. Vyhodnocené napětí udává správnou či špatnou funkčnost přístroje. Ke správnému usazení DPS do ICT jsou určeny především dva středící kolíky umístěné v ICT v uhlopříčce a jejich poloze odpovídající středící otvory na DPS. Obsluha ICT vkládající DPS drží za konektor. Při neopatrné manipulaci s DPS při vyjímání z ICT docházelo ke zlomení levého horního rohu o středící kolík. ICT adaptéry byly vybaveny podložkami pod kolíky a samotný kolík byl zbroušen do kónického tvaru. Tímto opatřením se podařilo eliminovat tuto vadu na minimum.



Obr. 30. Zbroušené středící kolíky a podložky v modulu ICT

8.6 Výskyt škrábanců na karbonových ploškách

Na vizuální kontrole se objevily kusy s poškrábanými karbonovými ploškami. Tyto plošky slouží k nakontaktování DPS při měření na ICT a následně jako kontaktní plošky při montáži do informačního panelu. Nanesená karbonová vrstva slouží jako ochrana kontaktních plošek před oxidací.



Obr. 31. Poškrábané kontaktní karbonové plošky

Poškrábání plošek způsobovaly kontaktní hroty jehel na jedné stanici ICT v buňce. Po jejich výměně došlo k nápravě.

8.7 Zlámané rohy DPS

Při šrotacích na středisku 604 se vyskytovaly zlámané rohy jednotlivých DPS. Tyto rohy se lámaly díky nedostatečnému zasunutí nutzenu do magazínu po kontrole na AOI. Posunovač desku nedotlačil celou do magazínu, její část zůstala v převisu a při pojezdu magazínu o jednu polohu níž se roh zlomil. Kvůli tomuto problému je výstupní stanice u AOI vybavena čidlem, které kontroluje zasunutí DPS. Toto čidlo bylo ovšem posunuto asi o 1cm oproti běžné poloze. Rovněž byl stanoven postup při výskytu dalších zlomených rohů na AOI. Při každém dalším výskytu má nyní servisní technik na AOI překontrolovat čidla u AOI.

8.8 Vyhlé piny mikroprocesoru IC100

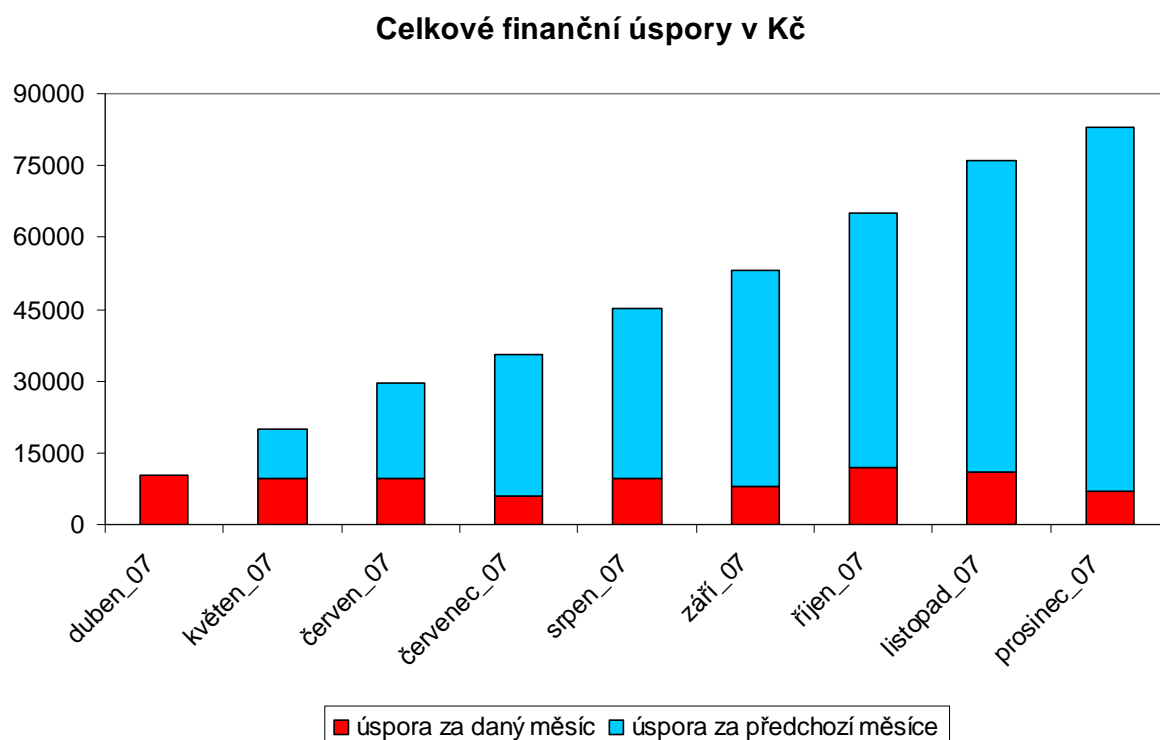
Díky AOI on-line se podařilo zachytit zapájené mikroprocesory IC100 s vyhlými vývody. Vyhlé vývody byly osazeny a zapájeny asi na cca 15 ks nutzenů v nahodilém pořadí. Mikroprocesor IC100 je součástí ZR, proto se kusy musely vyšrotovat. Přistoupilo se ke kontrole samostatných plat, ve kterých jsou mikroprocesory dodávány. Byly zjištěny poškozené mikroprocesory již v samotných platech. Došlo ke sporu s dodavatelem, který tvrdil, že vyhlé piny součástky způsobil pád celého balení deseti plat na zem. Po rozboru daného problému v týmu a následném tlaku na dodavatele byla uznána reklamace. Vyhlé piny způsobilo špatné seřízení vkládací hlavy do plat u samotného dodavatele. Piny byly vyhlé o středící části lůžka, které byly utrženy.

9. ZÁVĚR

9.1 Finanční analýza

Pozn.: Finanční analýza celkových nákladů včetně nákladů na šrotace je ve firmě Continental AG důvěrná informace, jedná se o interní informace. Proto jsou uváděné částky vynásobeny koeficientem.

K dubnu roku 2007 byl vydán nový osazovací plán, kdy byly pozměněny komponenty ZR. Kvůli vysokým nákladům na šrotaci byly vyjmuty některé SMT součástky a LED diody, které lze s přehledem vyměnit nebo doplnit, aniž by byla zaměněna svítivostní šarže. Před tímto opatřením došlo k návrhu preventivních výměn pipet v pravidelných intervalech na každé SMT osazovací stanici, ale z důvodů vysokých nákladů byl návrh technickým oddělením zamítnut. Proto se muselo přistoupit ke změně osazovacího plánu. V následujícím grafu lze vidět finanční úspory související se změnou osazovacího plánu. Celkové finanční úspory tímto krokem dosáhly částky 82 986 Kč.



Obr. 32. Finanční úspory za duben až prosinec 2007

9.2 Vyhodnocení projektu

Během projektu došlo k řadě zlepšení, ale poměr ISE se nepodařilo vylepšit na požadovanou úroveň 0,12 %. Velký vliv na šrotaci měl nevhodný tvar a materiál nutzenů Opel Delta a výpadky SMT linky. Největší část šrotace ovšem byla zaviněna lidskou chybou. Ve větší míře docházelo k operativnímu řešení nenadálých problémů a jejich následných odstraňování formou preventivních a nápravných opatření eliminujících výskyt dané chyby v budoucnu. Byly také upraveny pracovní návody pro zacházení s výrobky tak, aby byly srozumitelné a určovaly jasný postup při manipulaci s DPS.

Vliv ZR na šrotaci se podařilo snížit z původních 23 % na konečných 17 %. V průběhu projektu vzrostlo FPY sledovaného procesu a klesala hodnota PPM.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

FIALA, Alois. *Statistické řízení jakosti : Prostředky a nástroje pro zlepšování procesů*.
Brno : Vysoké učení technické, 1997. 93 s. ISBN 80-214-0895-2.

NENADÁL, Jaroslav, et al. *Moderní systémy řízení jakosti : Quality management*. 2. dopl.
vyd. Praha : Management press, NT publishing, 2002. 282 s. ISBN 80-7261-071-6.

VEBER, Jaromír, et al. *Řízení jakosti a ochrana spotřebitele*. 2. aktualiz. vyd. Praha : Grada
Publishing, 2006. 204 s. Manažer. ISBN 978-80-247-1782-1.

Firemní dokumentace

SEZNAM ZKRATEK

AOI	- automatická optická inspekce
ASYS	- automatické vstupní a výstupní zařízení u linek a u AOI
BS/LS	- první/druhá osazovaná strana
DEK	- zařízení nanášející pájecí pastu
DMX	- datamatrix – kód používaný pro označení jednotlivého kusu
DPS	- deska plošného spoje
EGB	- prostředí pro snížení možnosti vzniku elektrostatického výboje
FF (IC, ED, IP, SN)	- divize soustředující se na specifickou část výroby v podniku
FPY	- procentuální vyjádření množství kusů prošlých procesem napoprvé bez jakéhokoliv zásahu
ICT	- funkční test
ISE	- poměr hodnoty vyšrotovaných kusů k hodnotě vyexpedovaného zboží
LED	- svítící dioda
MP/QP	- plánovač výroby/ kvality
OP	- osazovací plán
PMJ	- automatické osazování konektorů
PN	- pracovní návod
PPM	- počet reklamací od zákazníka za dané časové období přepočtený na 10^6 vyrobených jednotek
PSE	- poměr hodnoty vyšrotovaných kusů k hodnotě vyexpedovaného zboží
REFLOW	- horkovzdušná pájecí pec
SMD	- součástky určené pro povrchovou montáž
SMT	- technologie povrchového pájení součástek
SPC	- statistické řízení procesů
SQM	- oddělení starající se o jakost materiálů od dodavatele
ZR	- nulové opravy (zero rework)

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Osazovací plán BS strany DPS Opel Delta

Příloha B – Osazovací plán LS strany DPS Opel Delta

Příloha C – Vývoj ISE

Příloha D – FPY report

Příloha E – PPM report

Příloha F – Přehled vad na výrobku Opel Delta za období 10/2006 – 03/2007

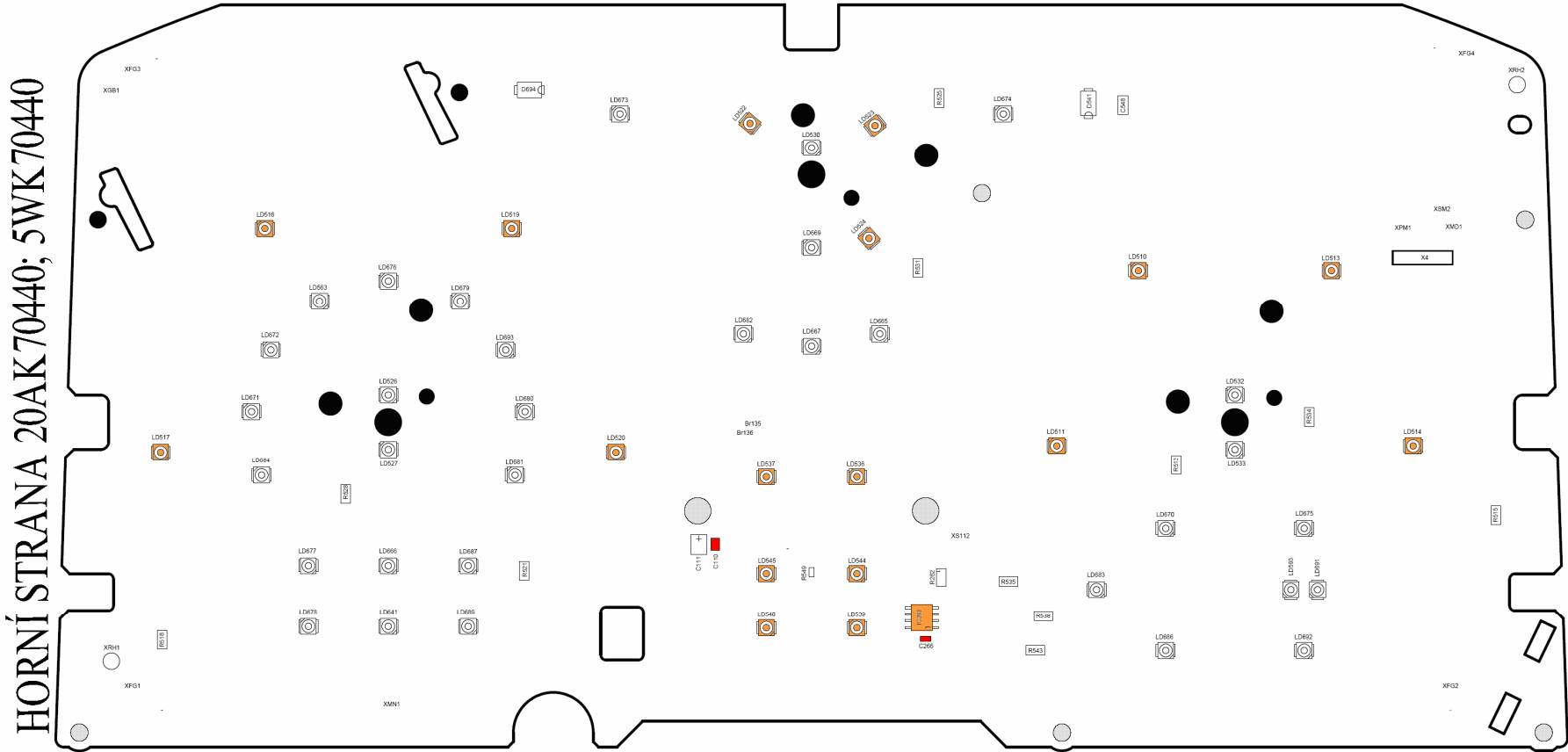
Příloha G – Přehled vad na výrobku Opel Delta za období 04/2007 – 06/2007

Příloha H – Přehled vad na výrobku Opel Delta za období 07/2007 – 09/2007

Příloha I – Přehled vad na výrobku Opel Delta za období 10/2007 – 12/2007

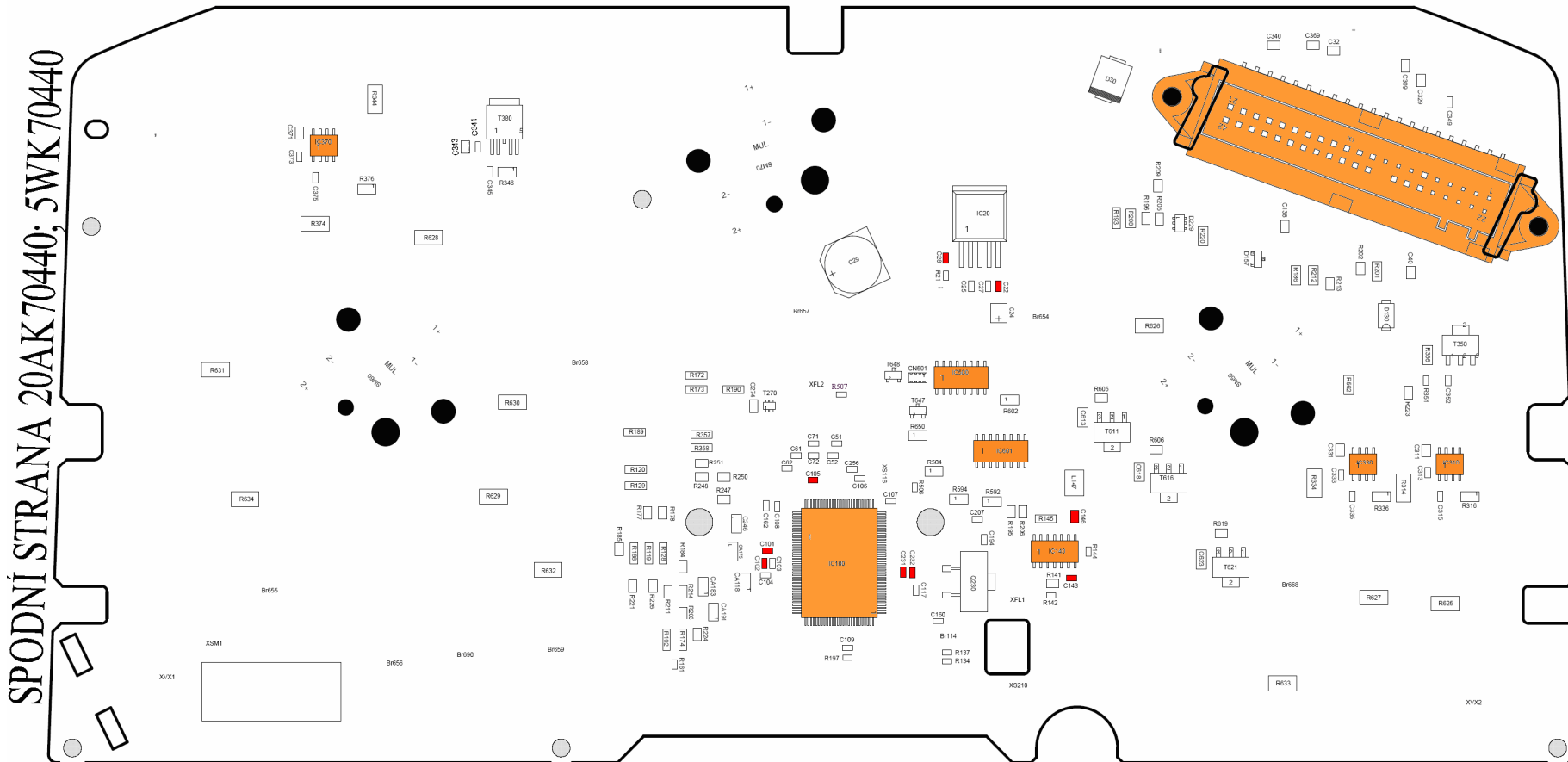
Příloha A

Osazovací plán - BS strana výrobku Opel Delta



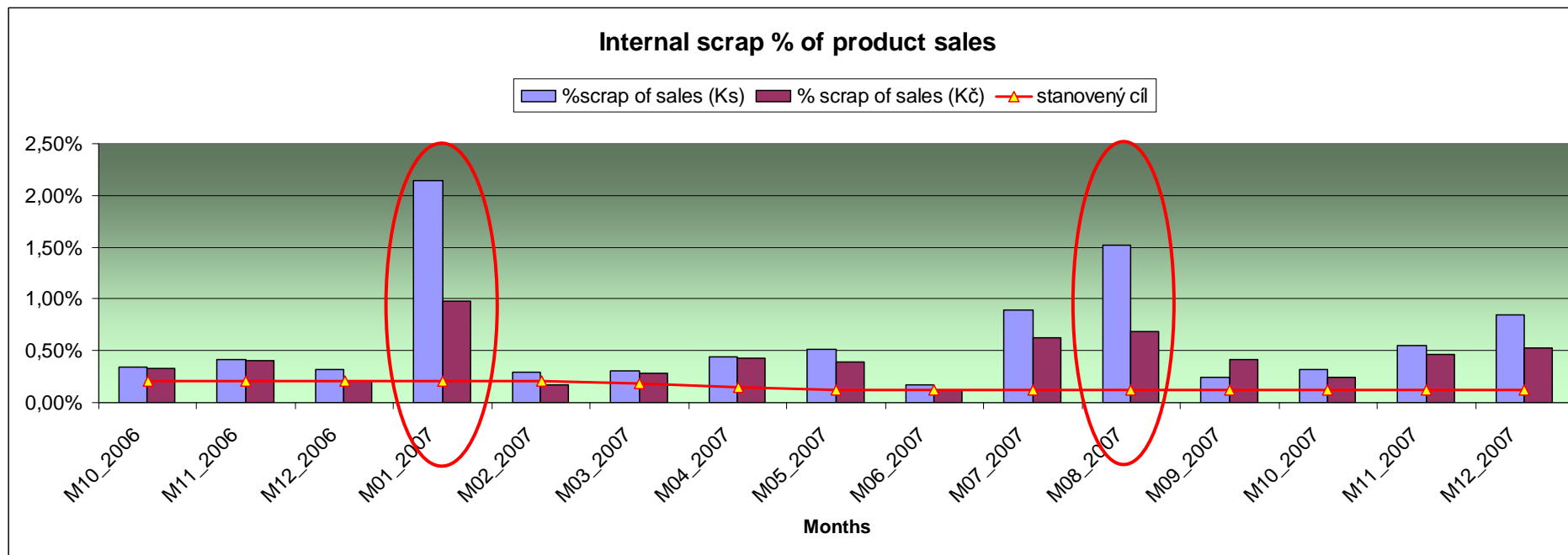
Příloha B

Osazovací plán - LS strana výrobku Opel Delta



Příloha C

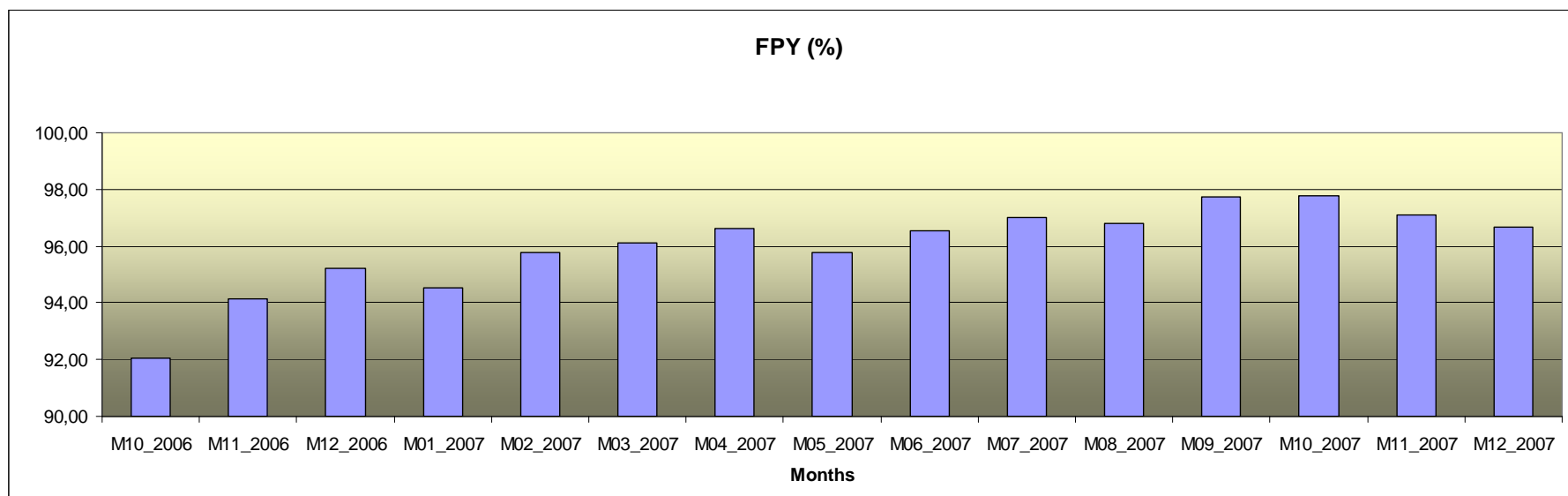
Vývoj šrotace k vyexpedovaným kusům (ISE)



Barevně označené měsíce se vykazují vyšší hodnotou šrotace způsobenou navázáním nesprávných kotoučů s LED diodami, zařazenými do ZR. V důsledku toho dochází k vyšším finančním ztrátám oproti ostatním měsícům.

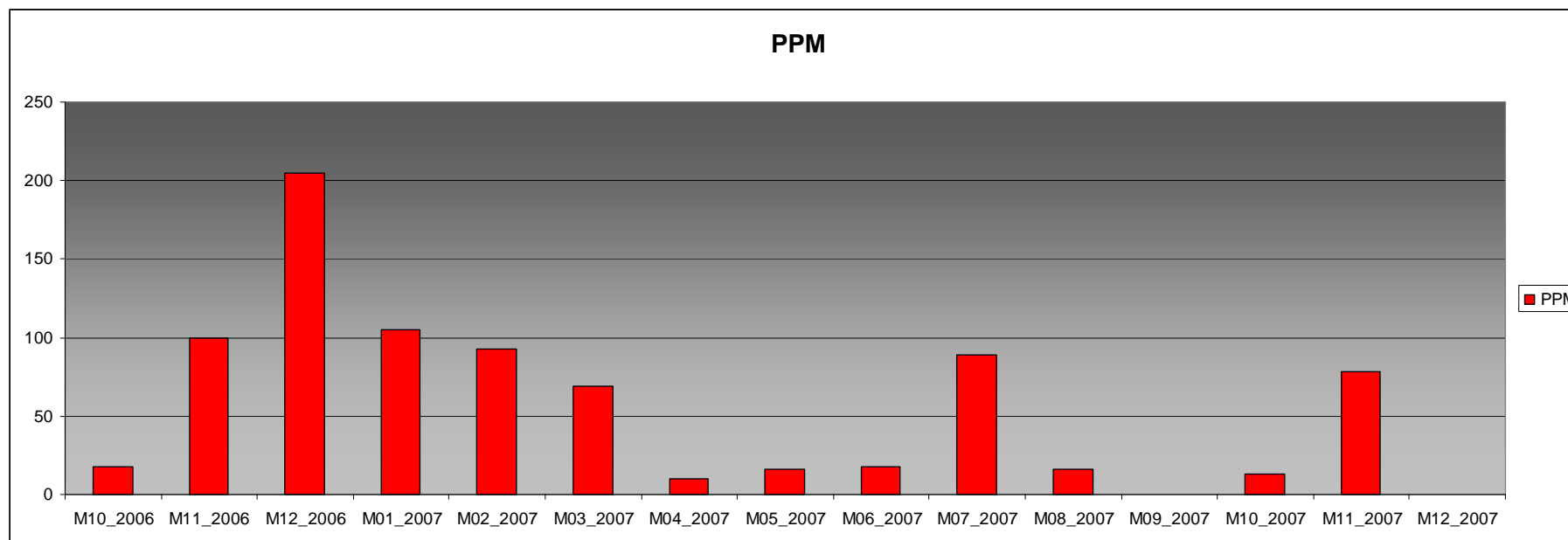
Příloha D

FPY report produktu Opel DELTA za období 10/2006 – 12/2007



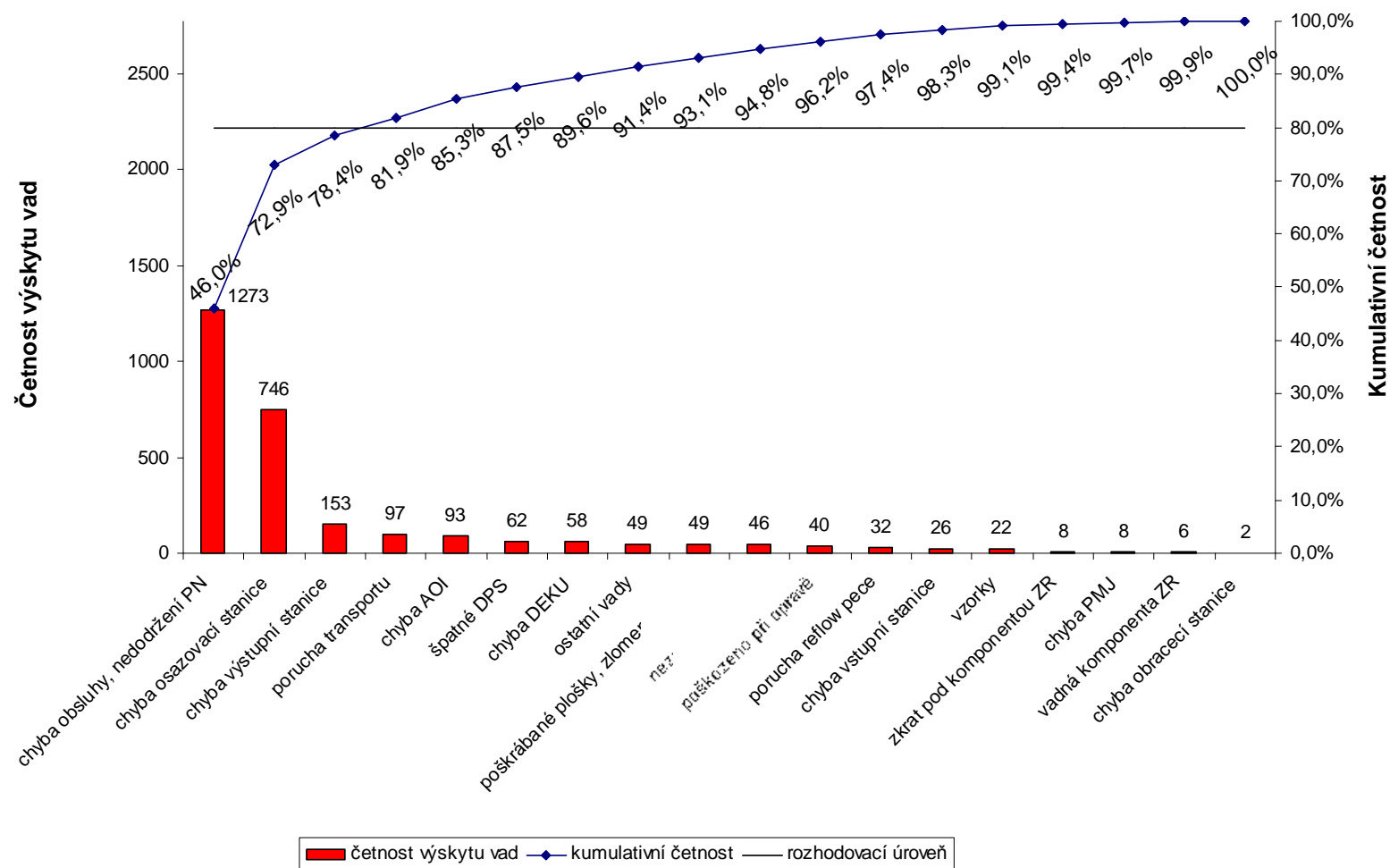
Příloha E

PPM report produktu Opel DELTA za období 10/2006 – 12/2007



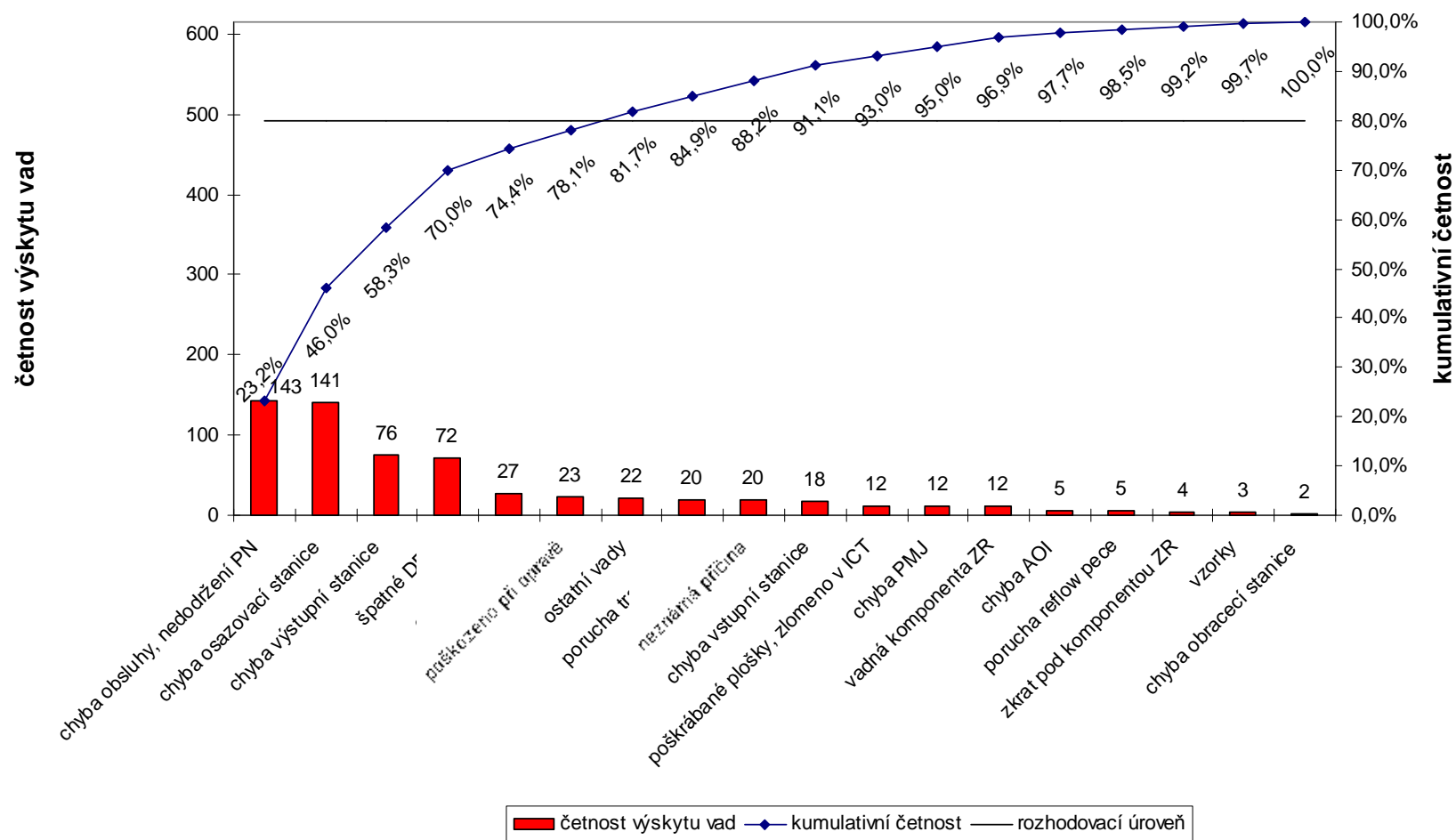
Příloha F

Přehled vad na produktu Opel DELTA za období říjen 2006 – březen 2007



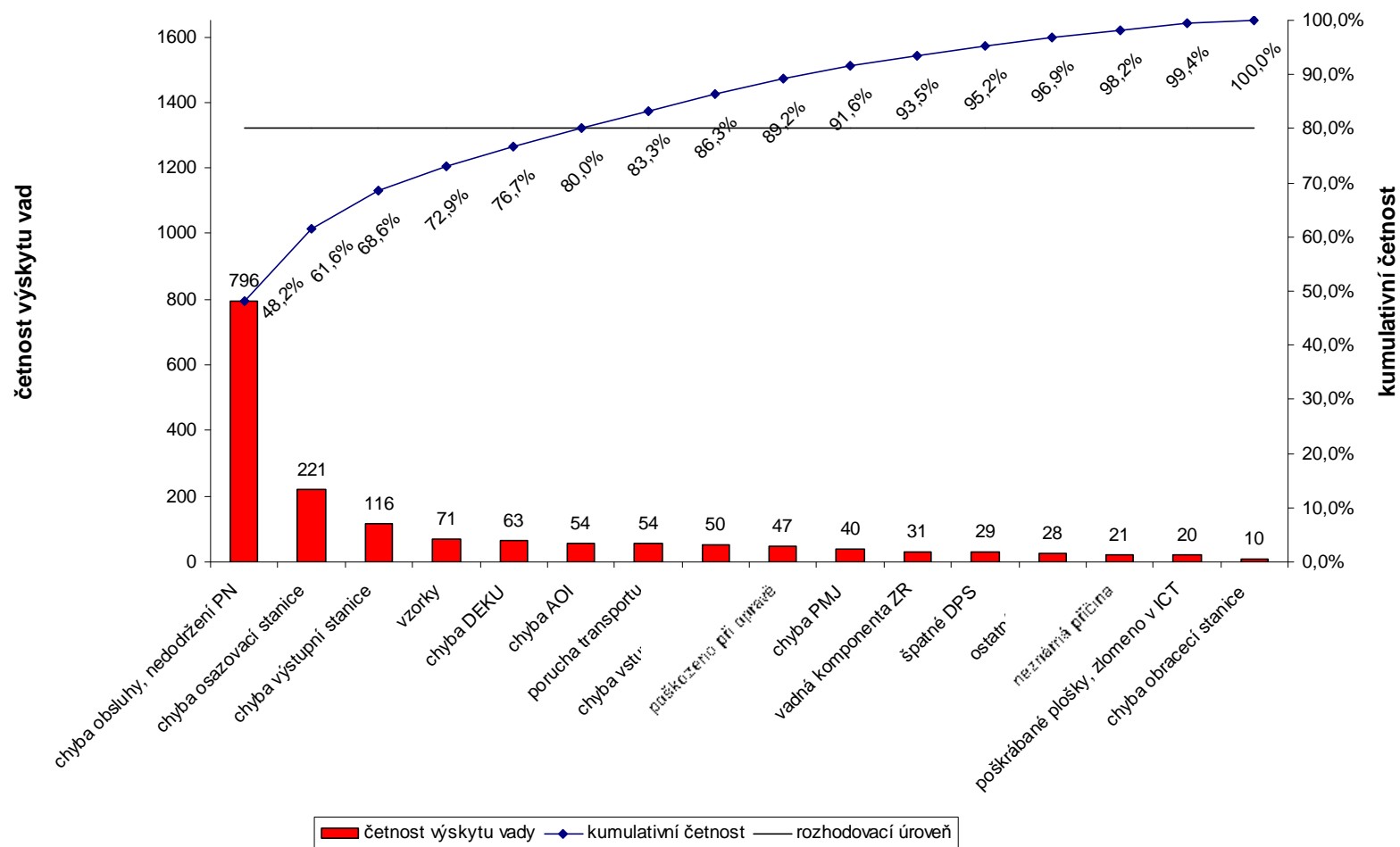
Příloha G

Přehled vad na produktu Opel DELTA za období duben 2007 – červen 2007



Příloha H

Přehled vad na produktu Opel DELTA za období červenec 2007 – září 2007



Příloha I

Přehled vad na produktu Opel DELTA za období říjen 2007 – prosinec 2007

